

The background of the book cover features a woman's face with her hands raised, palms facing forward. The left hand is bathed in a warm, golden glow, while the right hand is in a cooler, bluish light. This imagery suggests a connection between humanity and science.

كيندال هي汾

قصة أعظم  
100 اكتشاف علمي  
على مر الزمن

ترجمة  
د. جكر عبد الله الريkanani



علي مولا

منة كتاب وكتاب هدية دورة الشباب .. مشروع "دورة المعرفة للجميع"

[www.maktabadjelfa.info](http://www.maktabadjelfa.info)  
-- مكتبة الجلفة --

قصة أعظم  
100 اكتشاف علمي  
على مر الزمن

**قصة أعظم 100 اكتشاف علمي على مر الزمن**

**تأليف: كيندال هيفن**

**ترجمة: د جكر عبد الله الريkan**

**الطبعة الأولى: 2010**

---

**الناشر: دار الزمان للطباعة والنشر والتوزيع**

**دمشق - سوريا : ص.ب 5292**

**تلفاكس: 00963 11 5626009**

**موبايل: 00963 932 806808**

**E.mail: zeman005@yahoo.com**

---

**E.mail: zeman005@hotmail.com**

**الإخراج الداخلي: دار الزمان**

---

**تصميم الغلاف: م . جمال الأبطح**

كيندا لـ هيـفن

قصة أعظم  
100 اكتشاف علمي  
على مر الزمن

دار الزمان



## المحتويات

9 .....	مقدمة المترجم
11 .....	المقدمة
17 .....	العتلات والطفو
20 .....	الشمس مركز الكون
23 .....	التشريح البشري
26 .....	قانون الأجسام الساقطة
29 .....	حركة الكواكب
32 .....	أقمار المشتري
35 .....	جهاز الدوران البشري
38 .....	ضغط الهواء
41 .....	قانون بويل
44 .....	وجود الخلايا
47 .....	الجذب العام
50 .....	المتحجرات
53 .....	البعد عن الشمس
56 .....	البكتيريا
59 .....	قوانين الحركة
62 .....	الترتيب في الطبيعة
65 .....	ال مجرات
68 .....	طبيعة الكهرباء
71 .....	تسيطر المحيطات على الطقس العالمي
74 .....	الأوكسجين
77 .....	البناء الضوئي
80 .....	حفظ المادة
83 .....	طبيعة الحرارة

86 .....	تعريف الأرض
89 .....	التلقيحات
92 .....	الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية
95 .....	التخدير
98 .....	الذرات
101 .....	الارتباط الكهروكيميائي
104 .....	وجود الجزيئات
107 .....	الكهرومغناطيسية
110 .....	أول متحجر ديناصوري
113 .....	العصور الجليدية
116 .....	السعرات (وحدات الطاقة)
119 .....	حفظ الطاقة
122 .....	تأثير دولر
125 .....	النظرية الجرثومية
128 .....	نظريّة التطور
131 .....	التوافق الضوئيّة الذريّة
134 .....	الإشعاع الكهرومغناطيسي/ الأشعة الراديوية
137 .....	الوراثة
140 .....	الحياة في أعماق البحار
143 .....	الجدول الدوري للعناصر
146 .....	الانقسام الخلوي
149 .....	الأشعة السينية
152 .....	أنواع الدم
155 .....	الإلكترون
158 .....	الفيروس
161 .....	المایتوکوندريا
164 .....	النشاط الإشعاعي

167 .....	طبقات الغلاف الجوي
170 .....	الهورمونات .....
173 .....	$\text{طا} = \text{ك س}^2$
176 .....	النسبية .....
179 .....	الفيتامينات .....
182 .....	التاريخ بالنشاط الإشعاعي .....
185 .....	وظيفة الكروموسومات .....
188 .....	المضادات الحيوية .....
191 .....	خطوط الصدع .....
194 .....	التوصيلية الفائقة .....
198 .....	الارتباط الذري .....
201 .....	النظائر .....
204 .....	لب الأرض ووشاها .....
207 .....	الانجراف القاري .....
210 .....	الثقوب السوداء .....
213 .....	الإنسولين .....
216 .....	الناقلات العصبية .....
219 .....	التطور البشري .....
222 .....	نظرية الكم .....
225 .....	الكون المتمدد .....
228 .....	مبدأ الالادقة .....
231 .....	سرعة الضوء .....
234 .....	البنسلين .....
237 .....	المادة المضادة .....
240 .....	النيوترون .....
243 .....	تركيب الخلية .....
246 .....	وظيفة المورثات .....

249 .....	النظام البيئي (الإيكوسистем)
252 .....	القوة الضعيفة والقوية
255 .....	الأيض الغذائي
258 .....	السيلاكانت
262 .....	الانشطار النووي
265 .....	بلازم الدم
268 .....	الترانزistor الشبه موصل
271 .....	الانفجار الكبير
274 .....	تعريف المعلومات
277 .....	المواثير المتقافزة
280 .....	الاندماج
283 .....	أصول الحياة
286 .....	الحمض النووي DNA
290 .....	انتشار قاع البحر
293 .....	طبيعة الجو
296 .....	الكوارك
300 .....	الكوازارات والنوابض
304 .....	التطور الكامل
307 .....	المادة المعتمة
310 .....	طبيعة الديناصورات
313 .....	توجد كواكب حول النجوم الأخرى
316 .....	الكون المتسارع
319 .....	الجينوم البشري
323 .....	الملحق رقم 1 : الاكتشافات حسب الحقل العلمي
330 .....	الملحق رقم 2 : العلماء
337 .....	الملحق رقم 3 : الأربعون التالية
339 .....	مصادر الترجمة

## مقدمة المترجم

لعل أول ما جذب انتباهي إلى هذا الكتاب، هو تقدیمه لكم هائل من المعلومات العلمية القيمة في مجالات مختلفة (علوم الفيزياء والأرض والحياة) ضمن إطار أدبي قصصي متسع وجذاب. فهو يحسّس بمعاشرة أحداث كل قصة من قصص الاكتشافات المائة التي صاغت تفاصيل حياتنا المعاصرة ودخلت في صميم يومياتها وأحداثها، يسمح لك بالتعرف على شخوصها وأبطالها، والإطلاع على آرائهم وموافقهم، وأحياناً آراء وموافق غيرهم تجاههم. الأهم من كل ذلك، يريكم مدى ما تخلّوا به من صبر وعزّم ومتابرة على ما تَوَوَّلُوا تحقيقه في مجالاتهم المختارة - دائمًا، وقابلتهم على اغتنام الفرصة ب بصيرة متقدمة وتدبر مذهل صانعين صروحًا من الإنجازات الهائلة من أشياء كانت تافهة وعديمة الجدوى بنظر غيرهم - أحياناً.

هكذا، يجد القارئ نفسه متوجّلاً في ثنيا الكتاب بسهولة ويسر، متقدلاً من قصة اكتشاف لآخر بانسيابية وسلامة، ولو لم يكن ذاك الحقل المتناول من اختصاصه أو لم يكن لديه سابق علم به.

الجانب الآخر الذي يضفي على قيمة هذا الكتاب وتميّزه، هو ترتيب تناوله لهذه الشروة من المعلومات العلمية بشكل يُزيد من سهولة التعامل معها ويُكثر من الفائدة المرجوة منها. إذ يعرض لها بتسلسل زمني متناسق، مستهلاً قصة كل اكتشاف بسنة الاكتشاف ونبذة مختصرة عن تعريفه وتعریف مكتشفه، ثم يُطلعك على سبب اختياره ضمن قائمة المائة العظمى من حيث حجمه لما سبق من معلومات خاطئة - وأحياناً أساطير - حول الموضوع المعنى، أو إدهاله لعالمه الحاضر بمعلومات وحقائق غفل عنها الجميع، ومن ثم تأثيراته وتطبيقاته في عالمنا المعاصر.

بعدها يبدأ الكتاب بسرد قصة الاكتشاف مع التواريخ المرفقة والأحداث المترالية والشخصوص المعنين بذلك الاكتشاف حتى تم البت فيه بشكله النهائي المتعارف عليهاليوم، وذلك في نسق قصصي وتاريخي أخذًا لا يخلو أحياناً من الطرافـة والإمتاع. وفي نهاية كل موضوع، هناك معلومة طرífقة تُعرض لحقيقة علمية غالباً ما تكون جديدة وضمن نسق مسلٍ جيل.

أما نهاية الكتاب، فتتضمن ثلاثة ملاحق، أو لها جدول بترتيب الاكتشافات جميعاً حسب الحقوق المعنية مع ذكر اسم المكتشف وتاريخ الاكتشاف، والثاني يتضمن قائمة أججدية بأسماء العلماء الذين أبرزوا في مناقشات الكتاب، كل مع اكتشافه والعام الذي شهد

حدثه. أما الملحق الثالث، فيعتبر قائمة بأربعين اكتشافاً إضافياً مهماً ساهم تقريراً في بلورة قائمة المائة العظمى.

الشيء الآخر الملفت للانتباه أثناء قراءة هذا الكتاب، هو صوت الكاتب في سرده لمواضيع اكتشافاته وقصصها، إذ يحسس الكاتب بمرافقته إياك في خوض ثانياً كتابه بما يديه بين الحين والآخر من آراء ذاتية تم عن شخصيته وموافقه تجاه ما يتعامل معه من حقائق وواقع - هذا من ناحية.

و من ناحية أخرى يجب ألا ننسى بأن الكتاب ذاته مبني على انتقاء كاتبه لمائة من الاكتشافات العظمى على مر الزمن بمعاييره وأدواته السبعة التي ذكرها في المقدمة، والتي تم عن كثير من الحساسية وحسن الانتقاء، ولكن يبقى ما ترتب عليها من اختيار هذه الاكتشافات - ضمن آلاف من الاكتشافات التي زخر بها العلم في مسيرته عبر الزمن - معايير ذاتية وبالتالي نسبية في الأخير، وعليه يتحقق للقارئ - كما حق لي - أن يلدي أراءه الشخصية حولها ومن الممكن جداً أن يرى فيها ما ينافق أفكاره ومعتقداته الشخصية.

لكن هذا لا يفسد في الود قضية، بل يمكن أن يضيف على أهمية الكتاب ومتعنته، من خلال إتاحته للقارئ أيضاً فرصة ومجلاً للمشاركة والتفكير، وأحياناً المزايدة على أفكار أو آراء أو اختيارات معينة تناولها هذا الكتاب بين دفتيه.

من هذا المنطلق، تعمدت أن أضيف على النص الأصلي المترجم هوامش من تأليفِي وإعدادي كلما شعرت بضرورة ذلك. وهي نفسها الملاحظات التي دونتها بخطيدي على دفتر ملاحظاتي المرافق للنسخة الأصلية من الكتاب - كما تعودت أن أفعل مع أي كتاب آخر أقدم بقراءته. أما الضرورة فكثيراً ما أتت عند بعض نقاط النص الأصلي التي ارتتأيت أن أعلق عليها، إما لكونها تحتوي على تعابير قد يستغلق على قارئ العربية فهمها باعتبارها تختص الثقافة الأجنبية، أو لأنني ابتعثت من وراءها زيادة في توضيح مصطلحات علمية أو نظريات أحست أنها بحاجة إلى شرح أقرب لفهم والاستيعاب. وقد اعتمدت في ذلك على عدد من أمهات المراجع العلمية ، وكذلك موقع الكترونية دائمة الصيت ومشهودة الاعتماد والتوثيق.

لكن، في الأخير لست أنا ولا القارئ العزيز صاحب الأفكار المعتمدة في الكتاب أو الاختيارات المائة المنتقاة من بين الاكتشافات التي اكتنطت بها أروقة العلم منذ بدء التاريخ ول يوم الناس هذا، بل من شأن الكاتب وحده التمتع بهذا الحق، طالما تكفلُ هو بمشكلة هذا العباء الثقيل ليقدمه لنا ضمن هذا النسق والترتيب.

د. جكر عبدالله

## المقدمة

الاكتشاف! هذه الكلمة بالذات ترسل وخزات خفية تجعلك تتفضض من مكانك، وتسرع من نبضك. الاكتشافات هي لحظات الـ «آه، ها! فهمت!» والـ «بوريكَا! وجدها!».

كل شخص يتوقف إلى اكتشاف شيء ما—أي شيء! الاكتشاف هو العثور على أو مراقبة شيء ما جديد—شيء لم يُعرف ولم يلاحظ من قبل. هو الانتباه لما كان هناك دوماً ولكن غفل عنه الجميع سابقاً. هو الامتداد لمناطق تقع في المجهول حيث لم يمسسها بشر. فالاكتشافات تفتح آفاقاً جديدة، تمد بصائر جديدة، وتخلق حظوظاً واسعة. وهي تدلل على تطور وتقدم الحضارات البشرية، وتقديم بمعرفة الإنسان.

يسعى المخلدون بقاعة الحكمة لكشف الحقيقة، وعلى غرارهم يكتشف علماء الأنثروبولوجيا أعمالاً صنعتها أنامل بشرية من حضارات وثقافات سالفة. كما يحاول الأشخاص الخاضعون للعلاج النفسي كشف ذاتهم.

عندما نقول أن كولومبس «اكتشف» العالم الجديد، لا نقصد أنه خلقه، طوره، صممه، أو ابتكره. لطالما كان العالم الجديد هناك، فقد عاش عليه سكانه الأصليون لآلاف السنين قبل وصول كولومبس إليهم عام 1492م، وسبقوه في معرفة جزر الكاريبي بوقت طويل دون أن يحتاجوا إلى أوري ليكتشفها لهم بالتأكيد. ما فعله كولومبس أنه أحاط المجتمعات الأوروبية علماً بهذه القارة الجديدة. فقد كان أول أوري يحدد موقع هذه الكتلة الأرضية الجديدة ويضعها على الخريطة. هذا ما جعل من عمله اكتشافاً.

عادة ما لا تكون الاكتشافات متوقعة. فها هي فيرا روبن تكتشف المادة المعتمة الكونية عام 1970م في حين لم تكن تقصد البحث عنها قط. في الحقيقة، لم تتع بتوارد شيء كهذا حقاً ثبت اكتشافها ذلك. بل وحق اضطررت أن تبكي له السماً (المادة المعتمة) بعد أن اكتشفت تواجده.

يُبني الاكتشاف أحياناً على عمل سابق اضطلع به علماء آخرون، ولكن ليس الأمر كذلك في أغلب الأحيان. بعض الاكتشافات هي محصلة لسنين طوال من البحث تكبدها العالم المكتشف. مرة أخرى، ليس هذا بالواقع في اكتشافات تصاهي نفائضها عدداً. إذ

عادة ما تأتي الاكتشافات فجأة وتحتل نقاط انطلاق لحقول جديدة من الدراسة أو نقاط تركيز جديدة على ما يتواجد من حقول علمية.

لم دراسة الاكتشافات؟ لأن الاكتشافات تحظى لاتجاه تطور الإنسان وتقدمه. اكتشافات اليوم ستتصوّغ عالم الغد، والاكتشافات المهمة تحدد الاتجاهات التي يأخذ العلم بها، ما يؤمن العلماء به، والكيفية التي تتغير بها نظرتنا للعالم على مر الزمان. فاكتشاف آيشتاين للنسبية عام 1905م غير فيزياء القرن العشرين تغييراً جذرياً من نوعه. إن الاكتشافات ترسم درب العلم وتقدمه كما ظهر علامات جهاز الطافية مسلك قناة ملتوية عبر خليج مائي سطحي واسع.

عادة ما تمثل الاكتشافات أفكاراً ومفاهيم راديكالية جديدة. فهي تخلق، في الواقع، جميع حالات الهجران القطعي عما سبق من معرفة وحياة وتفكير. إن هذه الاكتشافات العلمية تضاهي في أهميتها لتطورنا أهمية التغيرات التطورية في الـ DNA الخاص بنا، والتي سمحت لنا بالتكيف جسدياً ليثاثنا المتغيرة.

يصف هذا الكتاب باختصار أعظم مائة اكتشاف علمي على مر الزمان، تلك التي كان لها التأثير الأعظم على تطور علم الإنسان وتفكيره. دعوني أوضح المعنى بشكل أضيق: الأعظم: «ذو الأهمية القصوى، أعلى بكثير في بعض من نوعية أو درجة الفهم» (قاموس كلية ويستر الجديدة).

الاكتشاف: أول مرة يُرى فيها شيء ما، يُكشف عنه، يُدرك، أو يُعرف.

العلم: أي من الفروع المحددة للمعرفة العلمية (العلوم الفيزيائية، علوم الأرض، علوم الحياة) التي تشتق المعرفة عن النظمي من المراقبة والدراسة والتجريب.  
مر الزمان: التاريخ المسجل (المدون) للحضارات البشرية.

يصف هذا الكتاب، إذن، عملية الكشف عن المعلومات العلمية الأساسية حول الاكتشافات العلمية المائة ذات الأهمية القصوى على مر التاريخ المسجل للبشر، وإدراكها بالتالي. فهي كبرى وأهم الاكتشافات من بين جميع الألوف من قریناها العلمية. هذه هي الاكتشافات العلمية التي تحمل الجهد العظيم الذي بذلها الأفضل والأذكي في عالم العلم.

هناك موضع عديدة من التطور البشري وأنواع عدّة من الاكتشافات المهمة لم يتم تضمينها هنا - على سبيل المثال، الاكتشافات في الفن، التراث، الاستطلاع، الفلسفة،

المجتمع، التاريخ، والدين. كما واسْتُشَّتِيَت الاكتشافات العلمية التي لا يمكن إعزاؤها إلى عمل فرد واحد أو مجموعة صغيرة من المشركين. فمسألة ارتفاع حرارة الكورة الأرضية، مثلاً، تعتبر بؤرة بحثية رئيسة في زماننا هذا، فقد يكون اكتشافها ضرورياً لحياة ملايين – إن لم يكن بلايين – من البشر. على أية حال، لا يمكن منح شرف هذا الاكتشاف لأي شخص معين. ينتشر ثلاثون باحثاً، على أقل تقدير، على امتداد خمسة وعشرين عاماً لكل منهم يد في صياغة هذا الاكتشاف العالمي. لهذا لم أدرجه ضمن قائمة الاكتشافات المائة.

إنك بصدق اللقاء بالعديد من عملاقة العلم في هذا الكتاب. العديد – لكن بالتأكيد ليس الجميع. هناك العديد من ساهموا في التاريخ والتفكير العلمي مساهمة رئيسية دون أن يكتشفوا اكتشافاً محدداً واحداً يمكن تأهيله ضمن المائة العظمى. غاب العديد من أعظم مفكري ومكتشفي العالم لأن اكتشافاتهم لا تصنف كاكتشافات علمية.

بصورتها الطبيعية، لا تلتزم الاكتشافات أو تُصنع استجابة لاحتياجات عملية متواجدة، كما هي الاختراعات. فالاكتشافات هي التي توسيع بالمعرفة والفهم البشرين، وعادة ما يلزم العلماء عقوداً (إن لم يكن قروناً) لاستيعاب وتقدير اكتشافات تتضمن لهم ضرورتها وأهميتها أحيراً. لعل خير مثال على ذلك هو اكتشاف غريغور مندل لمفهوم الوراثة. لا أحد ميز أهمية هذا الاكتشاف لأكثر من حسين عاماً – رغم أنها نعتبره الآن حجر الأساس لعلم الوراثة. أما نظرية آينشتاين في النسبية فقد عرفت لتوها اكتشافاً كبيراً، ولكن بعد قرن من هذا الاكتشاف لا زال العلماء يكافحون لفهم معناه وكيفية استعماله بينما تذرع الفضاء وبعد فأبعد.

ليس هذا بالحال مع اختراع كبير. فعملية الاختراع ترتكز على استحداث أجهزة ومتطلبات عملية، والمخترعون يطّقون الفهم والمعرفة لحل مشاكل متواجدة حرجية. إن للاختراعات العظيمة استعمالاً عملياً فوريأً.

على النقيض من ذلك، فنظرية آينشتاين في النسبية، مثلاً، لم تأتِ بالجديد من المنتجات أو الممارسات أو المفاهيم التي تؤثر على حياتنا اليومية، كما لم يأت به اكتشاف كبلر للمدارات الإهليجية للكواكب حول الشمس. ينطبق الأمر ذاته على اكتشاف ألفريد فينر بانحراف القارات. مع هذا، يمثل كل منها تقدماً عظيماً لا يمكن تعويض أهميته في إدراكنا لعالمنا وللكون من حولنا.

كانت لدى ثلاثة أغراض رئيسية في صياغة وتحرير هذا الكتاب:

1. لأقدم اكتشافات علمية أساسية وأظهر تأثيرها على تفكيرنا وفهمنا.
2. لأقدم كل اكتشاف ضمن الكتلة الموحدة للتقدم والتطور العلمي المستمر.
3. لأبين عملية خوض الاستطلاع العلمي ضمن سياق هذه الاكتشافات.

إن من الممتع ملاحظة أن العلماء المقربين بهذه الاكتشافات العلمية المائة العظمى يتلقون بينهم سمات وصفات أكثر قياساً بما يتقاسمها أولئك المقربون بالاختراعات العلمية المائة العظمى (أنظر إلى كتابي الذي يحمل عنوان The 100 Greatest Science Inventions, Libraries Unlimited, 2005). فالعلماء المدرجون في هذا الكتاب - من حفروا اكتشافات علمية عظيمة - نبغوا عموماً في الرياضيات أثناء دراستهم المدرسية وتالوا شهادات ودرجات متقدمة في العلوم أو الهندسة.

افتست هذه الزمرة بسحر الطبيعة والعالم من حولها، غمرها شغف قوي بمحاجلتهم العلمية والعملية، كانت بالعادة محترفة من الأساس في حقوقها عندما أتت باكتشافاتها المهيأة. قبل اكتشافات هؤلاء العلماء لأن تكون حصيلة جهد مكرّس ومبادرة خلاقة. أمتعهم جانب ما من ميدانهم العلمي وعملوا بجد لساعات طوال من التفاني والإلهام. هؤلاء هم رجال ونساء مؤثرون يمكننا أن نتخيل منهم علماء غوذجيين محظوظين بفرصتهم، ويعکن الاقتداء بهم في كيفية استغلالهم لهذه الفرص وتطبيقهم لمعايير الإخلاص والاجتهاد في حقوقهم المختارة.

إنه من المثير للدهشة أيضاً اعتبار كم هي حديقة العديد من هذه الاكتشافات التي نعدها من المسلمات بها ومن باب المعرفة العامة والبدائية . فانتشار قاع البحر اكتشف قبل حسين عاماً فقط، تواجد مجرات أخرى قبل ثمانين عاماً فقط، وتواجد النيوترونات قبل سبعين عاماً لا أكثر. اكتشف العلم الطبيعة الحقيقة للديناصورات وسلوكها قبل ثلاثين عاماً وللاندماج النووي قبل حسين عاماً فقط. كما أن مفهوم النظام البيئي (الإيكوسистем) عمراً لا يتعدي السبعين سنة، أي بعمر مفهوم الأيض الغذائي. مع كل هذا فإن كل واحد من هذه المفاهيم قد حاك بنفسه ضمن نسيج المعرفة العامة الشائعه لجميع الأمريكان.

كان علي استحداث بعض المعايير للفاضلة وترتيب الاكتشافات العلمية العديدة، حيث كان علي الاختيار من بين آلاف الاكتشافات حرفيًا. هذه هي المعايير السبعة التي استعملتها:

1. هل يمثل هذا الاكتشاف تفكيراً جديداً بحق، أم مجرد تنمية وتحسين لفهم ما متوارد بالأساس؟
2. ما هو الحد الذي غير إليه هذا الاكتشاف التوجه والبحث العلمي وأعاد من تشكيلهما؟ هل غير هذا الاكتشاف من الطريقة التي ينظر بها العلم إلى العالم تغييراً جوهرياً؟ هل غير أو أعاد توجيه الطريقة التي يفكرُ ويتصرّف بها العلماء بشكل جذري؟
3. ما أهمية هذا الاكتشاف بالنسبة لتطور ذاك الحقل المعين من العلم؟
4. هل لهذا الاكتشاف تأثيرات طويلة المدى على تطور الإنسان؟ هل ترشح تأثيرها خلال تفاصيل حياتنا اليومية؟
5. هل يندرج هذا الاكتشاف ضمن حقل معروف من العلم؟ هل هو اكتشاف علمي؟
6. هل أمثل اتساع وتتنوع الحقول والحقول الثانوية والاختصاصات العلمية العديدة على نحو كافٍ؟
7. هل يمكن أن يعزى هذا الاكتشاف إلى شخص واحد بشكل صحيح وكذلك حدث واحد أو جهد يخشى مطرولاً واحداً؟

هناك العديد من الاكتشافات القيمة والعديد من العلماء القديرين نقاصهم التقطيع النهائي لسيناريوهات ومجريات أعمالهم ليتم تحيلهم هنا، لكنهم جميعاً جديرون بالدراسة والتفصيق. يمكنك أن تجد الاكتشافات التي تفضلها أنت وتحث فيها وفي مسامها (أنظر إلى الملحق رقم 3 للحصول على مقتراحات إضافية).

يتضمن العديد من المواد التي تم تناولها في هذا الكتاب اكتشافين اثنين نظراً لتوثيق ارتباطهما، ولأن أيهما غير مؤهل ليكون ضمن قائمة المائة العظمى على حدة، ولكن إلماقاهما بعض يضفي عليهما أهمية أعظم بكثير مما يوحى به تأثيرهما على انفراد.

تقع بهذه القصص. تلذذ بحكمة وعظمة هذه الاكتشافات. ابحث عن تلك المفضلة لديك أنت، ثم ابحث فيها وشارك بخلق قصص الاكتشاف الخاصة بك!



## العتلات و الطفو

Levers and Buoyancy

سنة الاكتشاف 260 ق.م

ما هي هذه الاكتشاف؟ المبدأ الأساسي للاتنان لـ كامل علمي الفيزياء والهندسة

من المكتشف؟ أرخيديس Archimedes

لماذا يعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

إن مفهومي الطفو (يدفع الماء جسمًا نحو الأعلى بقوة تساوي وزن الماء المزاح من قبل الجسم) والعتلات (القوة الكابسية على طرف من العتلة تخلق قوة رافعة على الطرف الآخر تتناسب وطول جانبي العتلة)، يشكلان الأساس للعلم الكمي والهندسة بأكملهما. فهما يمثلان أولى الإنجازات المبكرة البشرية في فهم العلاقات والروابط المتواجدة في العالم الفيزيائي من حولنا وابتدا طرق رياضية لوصف الظواهر الفيزيائية للعالم. لقد اعتمدت أعداد لا حصر لها من التطبيقات الهندسية والعلمية على هذين الاكتشافين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 260 ق.م. درس أرخيديس Archimedes البالغ من العمر ستة وعشرين سنة علمين معروفين - الفلك والهندسة - في سيراكونيس بمقابلة في أحد الأيام جذب انتباه أرخيديس أربعة صبيان يلعبون على الشاطئ بلوح الخشب طلاق. افتقوا بموازنة اللوح على صخرة بارتفاع الخاصة، ثم امتطى أحد الصبيان إحدى ثنايا اللوح بينما قفز أصدقاؤه الثلاثة بقوه على النهاية الأخرى، فكانت النتيجة أن قذف الصبي الوحيد في الهواء.

زحلق الصبيان اللوح عن المركز على طول صخرتهم المواتنة بحيث بقي ربع واحد فقط منه على الطرف القصير. صعد ثلاثة منهم على الطرف القصير العالي، ثم وثب رابعهم على الطرف الطويل المرتفع فحطمه وأسقطه على الرمل طارحاً بأصدقائه الثلاثة في الهواء.

استمعت أرخيديس لهذا المشهد الطريف، وعقد عزمها على فهم المبادئ التي سمحت بكل سهولة لوزن صغير (صبي واحد) برفع وزن كبير (ثلاثة صبيان).

استخدم أرخيديس شريطًا من الخشب وقوالب خشبية صغيرة لتشكيل الصبيان ولوحهم الخشبي الطافي، بينما صنع قالباً مثلاً الشكل لتشكيل صخرتهم. أثناء موازنته مجاميع مختلفة من الأوزان على كلتا ثنايا العتلة lever (كلمة lever مشتقة عن اللاتينية

معنى «أن ترفع»)، أجرى أرخيديس قياساته وأدرك بأن العتالات كانت تخضع في عملها لإحدى تناوبات إقليدس. كان يجب على القوة (الوزن) التي تضغط على كل من طرف العتلة نحو الأسفل أن تتناسب مع طول اللوح على طرف نقطة التوازن كليهما. لقد اكتشف بذلك المفهوم الرياضي للعتالات، نظام الرفع الأكثر شيوعاً وأساسية يتم ابتكاره على الإطلاق.

بعدها بخمسة عشر عاماً، أي في عام 245 ق.م.، أمر أرخيديس من قبل الملك هيرون King Hieron ليكتشف فيما لو أن صائغاً قد غشى أم لا. إذ كان الملك هيرون قد أعطى الصائغ وزناً من الذهب وطلب منه أن يصوغ له تاجاً من الذهب الحالص. رغم أن التاج كان يزن نفس وزن الذهب الأصلي تماماً، إلا أن الملك توقع بأن يكون الصائغ قد لف طبقة خفيفة من الذهب حول معدن آخر أبخس قيمة في الداخل. كان المطلوب من أرخيديس أن يكتشف فيما لو كان التاج من الذهب الحالص دون تحطيمه.

لقد بدأ تلك مهمة مستحيلة من نوعها. على أية حال، بينما كان أرخيديس يستحم في حمام عام، لاحظ يده طافية على سطح الماء، وبدأت فكرة غامضة تبلور في ذهنه. سحب يده كاملاً تحت السطح، ثم استرخي ثانية فرجعت يده تطفو من جديد.

لخص داخل الحوض، فانخفض مستوى الماء عن جوانب الحوض. جلس ثانية، ارتفع مستوى الماء من جديد. فعندما جلس، ارتفع الماء لمستوى أعلى وشعر بنفسه أخف وزناً، بينما انخفض مستوى الماء وشعر بنفسه أثقل وزناً لدى فهوشه. لا بد أن الماء كان يدفع بجسمه المغمور نحو الأعلى مما أضفى عليه شعوراً بالخففة.

حمل أرخيديس حجراً وقالاً من الخشب بنفس الحجم تقريباً وغمرهما في الماء. غاص الحجر ولكنه بدا أخف وزناً، في حين كان عليه أن يدفع بالخشب نحو الأسفل حتى يغمره. لقد دل ذلك على أن الماء كان يدفع الجسم نحو الأعلى بقوة تتناسب كمية الماء المواز من قليل الجسم (حجم الجسم) وليس وزن الجسم. أما الشغل الذي بدا عليه الجسم في الماء فلا بد وكان متناسبًا مع كثافة الجسم (مقدار ما وزّت كل وحدة حجم منه).

أوحى هذا لأرخيديس بالإجابة على سؤال الملك. فرجع أدراجه إلى الملك محملاً بمفتاح اللغز، الكثافة. لو كان التاج مصنوعاً من معدن ما آخر بدلاً عن الذهب، فإن بإمكانه أن يزن الوزن ذاته ولكنه سيمتلك كثافة مختلفة وسيحتل وبالتالي حجماً مختلفاً.

غمس بالناج وزن مكافى من الذهب في قدر كبير من الماء، فازاح الناج كمية أكثر من الماء، وبالتالي اتضح أنه مزيف. لكن الأهم من إظهار غش الصانع بالنسبة لها، أن أرخيديس قد اكتشف مبدأ الطفو والذي يقضي بأن الماء يدفع بالأجسام نحو الأعلى بقوة تساوي كمية الماء التي تزيحها هذه الأجسام.

حقائق طريفة؛ لدى اكتشافه لمفهوم الطفو، قفز أرخيديس من الحمام وصاح بالكلمات التي اشتهرت من بعده إلى الأبد: «Eureka!» «يوريكا!» بمعنى «وجدنا!». أصبحت هذه الكلمة شعاراً لولاية كاليفورنيا الأمريكية عندما صاح بها عمال المناجم الأوائل المهاجرون إلى هناك بحثاً عن الذهب، ووجدوه فعلاً.



## الشمس مركز الكون

The Sun is the Center of the Universe

سنة الاكتشاف 1520 م

ما هذا الاكتشاف؟ الشمس هي مركز الكون والأرض تدور حولها  
من المكتشف؟ نيكولاوس كوبيرنيكوس Nicholaus Copernicus

### لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لقد عُرف عن كوبيرنيكوس قياساته ومراقباته للكواكب والنجوم. فقد اعتمد في ذلك على تجميع واطلاعه ومقارنته مراقبات وملحوظات العديد من الفلكيين الذين سبقوه في هذا المضمار، متحدياً في الوقت نفسه فكرة قديمة عمرها ألفي سنة مؤداها أن الأرض ساكنة في مركز الكون وتدور في فلكها الشمس والكواكب والنجوم. يمثل عمله هذا نقطة انطلاق لفهمنا الحالي للكون من حولنا ولعلم الفلك الحديث.

ويرجع لكوبيرنيكوس الفضل أيضاً كونه أول من اعتمد طريقة المراقبة العلمية كأساس لتطوير نظرية علمية (في حين كان يعتمد آلهة أسلافه من العلماء على الفكر والمنطق لبناء نظرياتهم). فبهذا يعتبر كوبيرنيكوس أول من أسس كلّاً من علم الفلك الحديث ومبادئ الطرق العلمية الحديثة.

### كيف جاء الاكتشاف؟

فور تخرجه من جامعة بولونيا بإيطاليا سنة 1499م، غَيَّرْ كوبيرنيكوس كاهناً في الكنيسة الكاثوليكية وَقَفَ راجعاً إلى بلده الأصلي بولندا ليعمل مع عمّه الأسقف فاتزبرود Bishop Waczenrode بكادرائية فروينبرغ، التيحظى فيها بالإقامة في الطابق العلوي حيث يمكنه مواصلة قياساته الفلكية.

كان الناس حينها لا يزالون يؤمنون بالنموذج الكوني الذي قدمه العالم الإغريقي بطليموس \* Ptolemy قبل ما يزيد على 1500 عام، والذي قضى يجعل الأرض مركزاً

\* بطليموس: هو كلاوديوس بطليموس Claudius Ptolemaeus، رياضي وجيغرافي وفلكي ومتخصص من أصل هليني، ولد في مصر قريباً من طيبة وتوفي في الإسكندرية حوالي العام 168ق.م.- المترجم.

ساكناً للكون، تدور في فلكها الشمس مع بقية الكواكب بمدارات دائرة عظيمة بينما كانت النجوم البعيدة جائمة على الغلاف الكروي الجبار للكون. لكن القياسات الدقيقة لحركة الكواكب لم تطابق نموذج بطليموس قط!

هكذا، اضطر الفلكيون إلى تحويل نموذج بطليموس وذلك بإضافة حلقات أخرى ضمن الحلقات الأصلية – أو أفلالك تدويرية epi-circles – داعين بأن كل كوكب يسير على فلك حلقي صغير (فلك تدويري) يدور بدوره على الحلقة الفلكية الكبيرة لذاك الكوكب حول الأرض. قرناً بعد قرن، تراكمت أخطاء جديدة حتى في النموذج الخور لبطليموس، حيث استمر العلماء في إضافتهم للأفلالك التدويرية الواحد تلو الآخر فصارت الكواكب تتحرك على أفلالك تدويرية ضمن أفلالك تدويرية أخرى.

همَّ كوبيرنيكوس أن يستغل التطورات التقنية «الحادية» التي شهدتها القرن السادس عشر علَّه يُحسِّن على قياسات بطليموس وبالتالي يحذف بعض الأفلالك التدويرية المتداخلة، الأمر الذي دفعه إلى قياس موقع الكواكب باجتهاد ومثابرة كل ليلة ولمدة تقارب العشرين عاماً. لكن جداول ملاحظاته لم تسعفه في مبتغاه.

و بمرور السنين، خطرَ لكوبيرنيكوس التفكير بما يمكن أن تبدو عليه حركة كوكب ما فيما لو روقبت من على كوكب متتحرك آخر. وعندما لاحظ أن قياساته الجديدة كانت أكثر دقة في توقع الحركات الحقيقة للكواكب، بدأ يفكر فيما هو أبعد من ذلك: كيف ستبدو حركة الكواكب فيما لو تحركت الأرض هذه المرة؟! ولم تمض فترة طويلة حتى بان المنطق في هذا الافتراض.

لقد ظهر كل كوكب بمسافات متباعدة عن الأرض بتبالين أوقات السنة. فأدرك كوبيرنيكوس بأن هذا يعني أن الأرض لا يمكن أن تكون واقعة في مركز الأفلالك الدائرية لهذه الكواكب.

خلال عشرين سنة من المتابعة والمراقبة اتضح له أن الشمس هي الوحيدة التي لم تتبالين في حجمها الظاهري على مر السنة، دلالة على ثبوت المسافة الفاصلة بينها وبين الأرض. في بينما لا يجد بالأرض أن تكون بالمركز، فإن الشمس جديرة حقاً بذلك. وإنعانتا في الإيمان بهذه الفكرة الجديدة، شرع كوبيرنيكوس لفورة بإعادة قياساته واضعاً الشمس في مركز الكون والأرض في فلك حوالها. ولشد ما كانت دهشته عندما تمكن من التخلص من جميع الأفلالك التدويرية المتداخلة في حين كانت الكواكب المعروفة تتحرك ضمن أفلالك دائرة بسيطة حول الشمس!

و لكن بقي التحدي الأكبر: هل سيؤمن أحد بالنموذج الكوني الجديد لكوربرنيكوس؟ لقد آمن العالم أجمع - و خصوصاً الكنيسة الكاثوليكية المتنفذة بكون أرضي المركب. وهذا ما جعل كوربرنيكوس يحتفظ بسرية اكتشافه خلال حياته خوفاً من العقاب الكنسي، حتى تم الإفشاء به عام 1543م. وحتى في ذلك الحين، كان هذا الاكتشاف العظيم مبعثاً لازدراء وسخرية الكنيسة والفلكيين والأوساط الجامعية. وصبر العالم ستين سنة أخرى ليعي صحة هذا الاكتشاف وذلك من خلال أعمال يوهانيس كبلر Johannes Kepler و من ثم غاليليو غاليلي Galileo Galilei.

حقائق طريفة؛ يمكن للشمس أن تحوي ما يقارب المليون من كواكب شبيهة الأرض بداخلها. لكن هذا يتغير ببطء، فحوالي 4,5 رطل من ضوء الشمس يضرب الأرض كل ثانية.



# التشريح البشري

Human Anatomy

سنة الاكتشاف 1543 م

ما هذا الاكتشاف؟ أول دليل علمي دقيق للتشريح البشري

من المكتشف أندرياس فازيليس Andreas Vesalius

## لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لhin القرن السادس الميلادي، كان الأطباء يعتمدون على مصادر للتشريح البشري أَلْفَت معظمها على أساس تجربة على الحيوانات. لا عجب، إذن، أنها كانت تحتوي على كثير من الخرافات فتحطّطاً أكثر مما تصيب. كان فازيليس أول من تناول تشريح الجسم الأَدَمِي كمادة لدراسته، معتمداً على الوسائل العلمية المتمثلة بالتجارب الفسلجية وطريقة المعاينة المباشرة. فكانت شروحته الأدق والأضبط عن تركيب وعمل أعضاء جسم الإنسان.

قوَضَ عمل فازيليس من ذلك الاعتماد الطويل الأمد على الآراء التي جاء بها العالم الإغريقي غالين Galen قبل ما يقارب 1500 عام، وشكَّل منعطفاً بارزاً في علم الطب. فللمرة الأولى حلَّت الحقيقة التشريحية الصادقة محلَّ الحدس والتخمين كلبنة أساسية للعلوم والممارسات الطبية.

## كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد أندرياس فازيليس Andreas Vesalius في مدينة بروكسل عام 1515 م. ومنذ نعومة أظفاره، انكبَّ على دراسة جميع المراجع الطبية التي كانت تزدهر بهَا مكتبة والده باعتباره طبيباً مرموقاً يعمل في البلاط الملكي، مبدياً اهتماماً وفضولاً كبيرين حول فهم وظائف وميكانيكيَّة عمل أعضاء جسم الكائنات الحية. وكان يهوى اصطياد الحيوانات الصغيرة ويقوم بتشريحها.

بعمر الثامنة عشرة، رحل فازيليس إلى باريس لدراسة الطب. في حينها لم يكن تشريح الأجسام الحيوانية أو البشرية من الممارسات الشائعة في الطب، ولو توجَّب عمل تشريح لجسم ما، فكان يتم من خلال قيام الحلاق بعمليات قطع حقيقة بينما يشرح الأستاذ معلقاً

عليها. كان الجزء الأعظم من التشريح البشري يُدرّس بناءً على رسومات ونصوص مترجمة عن الطبيب الإغريقي القديم غالين تعود إلى عام 50 ق.م.

سرعان ما ذاع صيت فازيليس بأنه طالب حاذق وذكي ولكن معجوف وكثير المجادلات. فخلال ثاني دروسه في التشريح، تناول السكين من يد الحلاق وأدهش الجميع بمهاراته اليدوية في القطع وظهر كشخص واسع المعرفة بالتشريح.

ما يزال طالباً في الطب، نظم فازيليس ثورة خطيرة. إذ كان يبحث بعضاً من رفاقه على نيش مقابر بارييس للحصول على العظام والأجسام الآدمية الميتة. وتحراً هو بنفسه على كلاب الحراسة الشرسة والروائح النتنة لفضبة مونافكون بباريس (حيث كانت تجتمع جثث المجرمين بعد إعدامهم) وذلك طمعاً في الحصول على جثث طازجة لتشريحها ودراستها.

تخرج فازيليس عام 1537 م وانتقل بعدها جامعة بادوا بإيطاليا، حيث بدأ فيها سلسلة طويلة من المحاضرات ترکزت على عمليات تشريح حقيقة وتجارب نسيجية آدمية. فتهافت الطلاب والأساتذة على محضراته تلك، مستمتعين بمهاراته العالية ومفاجآتة المستمرة في شرح تراكيب جديدة عليهم كالعضلات والأوعية الدموية بل وحق الأجزاء الرقيقة للدماغ البشري.

كلّ فازيليس عمله بمحاضرة ألقاها من على مسرح محتشد في بولونيا في كانون الثاني (يناير) من عام 1540 م. وكغيره من الممارسين لهنة الطب، ذُرّب فازيليس على الإيمان بأفكار غالين والتي عارضت الكثير من الحقائق التي توصل إليها من خلال تجاربه. وكان هذا بالتأكيد مصدر مصايفه وإزعاج كثيرين له.

في هذه المحاضرة، أعلن فازيليس أمام الملأ - وللمرة الأولى - رفضه لشروطات غالين في التشريح موضحاً أن وصفها للعظم المنحني للفخذ ومحاجر القلب والظامان المفضلة للقص الصدري وغيرها كان ينطبق على تركيب أجسام القردة أكثر منها على أجسام البشر. فأفاض فازيليس في تبيان أكثر من 200 فرق بين التشريح الحقيقى للجسم البشري وشروطات غالين السابقة وسط دهشة الجميع. كيف لا وأن فازيليس يبرهن أن كل ما اعتمد عليه الأطباء والجراحون في أوروبا كان ينطبق على القردة والكلاب والمواشي، وبأن كل ما أتى به غالين وكل كتاب طبي آخر من قبل كان باطلًا!\*

\* في عام 1543 م، قام فازيليس بتشريح جثة أحد المجرمين أمام الملأ، و وهب الهيكل لجامعة بازل التي لا تزال تحفظ به، ليكون بذلك أقدم مادة تشريحية في العالم - المترجم.

طاعناً المجتمع الطبي الخلقي في صميم فهمه، انزوى فازيليس لما يربو ثلاثة أعوام منهمكاً في وضع كتابه المفصل عن التشريح، معتمداً على فنانين أكفاء لرسم ما كان يُشرحه أمامهم من تراكيب بشرية كالعضلات والعظام والأوتار والأوعية الدموية والأعصاب والأعضاء الداخلية والدماغ.

أهى فازيليس كتابه الفخم عام 1543 م، وانصدم هو بهذه المرة بشككك الأوساط الطبية له مفضلة تمسكها بآراء غالين كما اعتادت على ذلك دائماً. فأقدم فازيليس على قرار خطير - أحرق بنفسه جميع ملاحظاته ودراساته وأقسم على عدم القيام بتشريح أجسام آدمية قط بعد ذلك! لحسن حظنا، كتبَت الحياة لكتابه المنشور ليصبح المرجع القياسي لعلم التشريح البشري لما يزيد عن 300 عام.

حقائق طريفة، متوسط وزن الدماغ هو ثلاثة أرطال ويحتوي على حوالي 100 بليون خلية عصبية ترابط بحوالي 500 تريليون شجرة! فلا تعاتب فازيليس تعذره عن وصف الخلايا العصبية المنفردة.



## قانون الأجسام الساقطة

### The Law of Falling Objects

سنة الاكتشاف 1598 م

ما هذا الاكتشاف؟ تسقط الأجسام بالسرعة ذاتها بغض النظر عن أوزانها  
من اكتشف؟ غاليليو غاليلي Galileo Galilei

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يبدو هذا الاكتشاف بسيطاً وواضحاً، فال أجسام الثقيلة تفوق الخفيفة في بطيء سرعة سقوطها. لماذا يُعد إذن من الاكتشافات العظمى؟ لأنه أنهى ممارسة العلم طبقاً للنظريات الإغريقية القديمة التي جاء بها كل من أرسطو\* Aristotle وبطليموس وأرسى لقواعد العلم الحديث. فاكتشاف غاليليو لهذا الحق علم الفيزياء بعصر النهضة والعصر الحديث، وكذلك مهد لاكتشافات نيوتن في الجذب العام وقوانينه في الحركة. إنه يُعد بحق اللبنة الأساسية للحديث من علم الفيزياء والهندسة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كثيراً ما كان أستاذ الرياضيات بجامعة بيزا الإيطالية صاحب الأربعين سنة، غاليليو غاليلي Galileo Galilei يراود كاتدرائية محلية كلما داعت مخيلته فكرة أو مشكلة ما. فكان يقضى أوقات طويلة في التفكير جالساً تحت ضوء المصايد المتسلية من سقف الكاتدرائية، والتي أصبحت نفسها فيما بعد مصدراً لتفكير غاليليو. ففي أحد أيام صيف سنة 1598 م، أدرك بأن هذه المصايد تتحرك دائماً بالسرعة ذاتها!

قرر غاليليو حينها أن يقيس مدة استغراف كل دورة تأرجح لأحد المصايد معتمداً على نبضات شرائين عنقه. ثم قارنها بالزمن الدوري لمصباح أكبر، فوجدهما يتآرجحان بالسرعة ذاتها. من هنا استعان غاليليو بأحد الشبان القائمين على خدمة الكاتدرائية لإضاءة المصايد الكبيرة والصغرى وتحريكها معاً بقوة. وعلى مر أيام عديدة قاس غاليليو حركات

\* أرسطو طاليس (384-322 ق.م): فيلسوف إغريقي كتب في مواضع شتى، من ضمنها الفيزياء، الميتافيزيقيا، الشعر، المسرح، الموسيقى، المنطق، الخطابة، السياسة، الأخلاق، والأحياء. يعتبر طالباً لأفلاطون Plato واحداً من أهم الفلسفات الذين صاغوا الفكر العالمي و هيمنوا عليه لحين عصر النهضة الأوربية - المترجم.

المصابيح ولاحظ أنها تستغرق الوقت ذاته في إكمال دورة واحدة بغض النظر عن حجمها أو كبر قوس حركتها.

المصابيح الثقيلة، إذن، تتحرك بذات سرعة حركة المصابيح الأخف في تكملة دوراها. كان ذلك أمراً ممتع غاليليو. كيف لا وأنه يخالف فكرة محورية حول فهم العالم عمرها زهاء الألفي سنة!

وقف غاليليو في صفه بجامعة بيزا، مسكاً بطوبة واحدة في إحدى يديه وطوبتين ملتحمتين باليد الأخرى وكأنه يزور ويقارن بينها: «أيها السادة، لقد كنت أراقب البندولات وهي تتارجح للأمام والخلف، ولقد توصلت إلى نتيجة. أرسطوا على خطأ».

تلهمت جميع الطلاب قائلين: «أرسطوا؟ مخطأ!» فمن المفاهيم الأولية التي كان الطالب المبتدئ يتعلمها أن كتابات الفيلسوف الإغريقي القديم أرسطو طاليس هي أساس العلم، ومن ضمن نظرياته هذه أن الأجسام الثقيلة تسقط بسرعة أكبر لأنها ببساطة تزن أكثر.

اعتنى غاليليو مقعده ووضع الطوبتين بمستوى النظر ثم أسقطهما. يا للدهشة! لقد وصلتا الأرض بالوقت ذاته. «هل لامست الطوبية الثقيلة الأرض أولاً؟» سأله طلابه بروؤسهم «كلا، لقد وصلتا في آن واحد».

«أكرا!» صاح غاليليو. تسمم طلابه في مكافئم هذه المرة وهم يرون أستاذهم يعيد تجربته. «هل لامست الطوبية الثقيلة الأرض أولاً؟» سأله غاليليو مجدداً. «كلا، لقد وصلتا أيضاً في الوقت ذاته». «أرسطوا مخطأ إذن!». وقع حكم الأستاذ كالصاعقة على طلابه المصدومين.

أحجم العالم عن الإذعان لحقيقة غاليليو. فها هو صديقه وتلميذه الرياضي أوستيليو ريشي Ostilio Ricci يقول: «لقد وصلت هذه الطوبية الملتحمة الأرض بنفس وقت وصول الطوبية المنفردة تلك. لكن لا أزال أؤمن بأن أرسطوا ليس مخطأ تماماً، إذ لا بد من إيجاد تفسير آخر».

قرر غاليليو أنه بحاجة إلى تحشد شعبي أكبر لإجراء تجربته بشكل أكثر قطعية وفاعلية. فيعتقد أنه قام بإسقاط قديفتين مدفعتين تزن إحداهما عشرة أرطال والأخرى رطلاً واحداً من علو 191 قدماً من على قمة برج بيزا المائل. سواء أحدث ذلك أم لا، فإن الاكتشاف العلمي قد تحقق!



حقائق طريفة، بمناسبة الحديث عن الأجسام الساقطة من علو، فإن أعلى سرعة مسجلة لامرأة في سباق القفز بالظللة هي 432,12 كم بالساعة (268,5 ميل بالساعة). وقد حققت هذه السرعة القياسية المسابقة الإيطالية المتهورة لوشيا بوتاري Locia Bottari في سويسرا وذلك يوم 16 أيلول (سبتمبر) 2002م، خلال مسابقة كأس العالم السنوية للقفز بالظللة.

# حركة الكواكب

## Planetary Motion

سنة الاكتشاف 1609 م

ما هذا الاكتشاف؟ لا تدور الكواكب حول الشمس بمدارات دائيرية، بل إهليسيجية

من المكتشف؟ يوهانيس كبلر Johannes Kepler

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

حتى بعد تبسيطه وتصحيحه نموذج تركيب النظام الشمسي باكتشافه أن الشمس - لا الأرض، هي مركزه، افترض كوبرنيكوس (أسوة من سبقة من الفلكيين) أن الكواكب تدور حول الشمس بمدارات دائيرية تماماً. وعليه ظلت الأخطاء تتوالى على قياسات تحديد موقع الكواكب.

بخلاف غيره، قدّم كبلر لمفهوم الإهليسيجية ellipse باكتشافه أن الكواكب تدور في أفلاك إهليسيجية قليلاً. وهكذا تكون العلم من تقديم صور دقيقة لموقع وميكانيكا النظام الشمسي. يكفي كبلر فخرًا أنه وبعد 400 سنة من التطورات العلمية الواسعة، فإن تصويرنا لحركة الكواكب هو ذاته الذي جاء به كبلر، وعلى الأرجح سيقى كذلك إلى الأبد.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لما يقارب الألفي سنة، وضع العلماء الأرض في مركز الكون مفترضين أن جميع الأجرام السماوية تدور حولها بمدارات دائيرية تماماً. لكن التوقعات والقياسات المبنية على هذا النظام كانت تعارض دائمًا مع القياسات الحقيقية، مما حدا بالعلماء إلى اختراع مفهوم الأفلاك التدويرية - على شكل دوائر صغيرة تدور حولها الكواكب، بينما تدور هي الأخرى حول المدارات الدائرية العظيمة لكل كوكب. ولكن ظلت الأخطاء تعاند العلماء، الذين استمروا من جانبهم بإضافة الأفلاك التدويرية الواحدة فوق الأخرى.

وأخيراً جاء الفرج على يد كوبرنيكوس الذي وضع الشمس في مركز النظام الشمسي، ولكنه استمر بافتراض أن الكواكب تدور في أفلاك مكتملة الدائرية. ففي وقت تم فيه رفع معظم المدارات الثانوية، استمرت الأخطاء في التخطيط الكوكي بتراثها.

ولد يوهانيس كبلر Johannes Kepler في جنوب ألمانيا عام 1571م - أي 28 عاماً بعد إطلاق كوبرنيكوس لنظريته، ونشأ نشأة صعبة، فقد أحرقت خالته حيةً بهمة السحر، وسرعان ما تلتها أمه. عاش الصبي كبلر طفولة عليلة وعاني ضعفاً في النظر فشلت الماناظر الطبيعية في تصحيحه. رغم أنها الأخرى لم تخلي من مشاكل، إلا أن كبلر حظي بدراسة جامعية متفرقة.

تقلد كبلر عام 1597م منصب مساعد لعالم الفلك الألماني الشهير تاييكو برا Tycho Brahe، والذي كان حينها يقوم بقياس موقع الكواكب (وخصوصاً المريخ) بدقة من كافة أقرانه الأوروبيين. وبعد وفاته عام 1601م، ترك تاييكو لمساعده الشاب ميراثاً قيمةً من الملاحظات والجداول المتعلقة بدراسات الكواكب.

رفض كبلر نموذج المدارات المتداخلة للكواكب وقرر تصميم مدار للمريخ يتوافق مع بيانات تاييكو. لقد كان لا يزال خطراً القول بحركة الشمس. فقد أفرز العلماء المتصارِّ الذي آتى إليه العالم فريار جيوردانو برونو Friar Giordano Bruno الذي أحرق حياً من قبل الكنيسة الكاثوليكية جزاء اعتقاده لأفكار كوبرنيكوس. وفي وقت لم يجرؤ فيه أحد من العلماء على دعم هذه الفكرة الراديكالية، أصرَّ كبلر على اعتماد نموذج كوبرنيكوس وبيانات تاييكو في دراسته للكواكب.

عبناً حاول كبلر العديد من التجارب والطرق الرياضية، فقد باءت جميعاً بالفشل. وحالَ ضعف بصره دون إتيانه بمخالحظات فلكية خاصة به، فاضطر أن يعتمد تماماً على قياسات سلفه العالم تاييكو. في عز إحباطه ذاك، توصل كبلر إلى فكرة لم تكن تخطر على البال: المدارات الكوكبية ليست دائرية تماماً! إن هذا هو التفسير الوحيد لقراءات تاييكو لكوكب المريخ.

لاحظ كبلر بأن الفتراس مدارات إهليليجية (دوائر منتظولة) ينطابق بشكل أضيق مع الحركة الكوكبية المعاشرة من قبل تاييكو. فأصبحت المدارات الإهليليجية تلك أول قانون لكبلر. ثم تبعه بقانون ثان مؤداه أن سرعة دوران كل كوكب تتغير طبقاً لبعده عن الشمس. فكلما كان الكوكب أقرب، كلما كانت السرعة أكبر.

نشر كبلر اكتشافاته عام 1607م، تلاه بعشرين عاماً من الحساب الجداول مفصلة عن حركة الكواكب الستة المعروفة وقتذاك. وكان هذا أول تطبيق عملي لجدوال

اللوغاريتم التي سبق أن اكتشفها الاسكتلندي جون نايبير John Napier \* خلال أولى سني عمل كبلر. وبجدال الحساب هذه (و التي تطابقت تماماً مع حسابات تحديد موقع الكواكب) أثبت كبلر اكتشافه للحركة الحقيقية للكواكب.

حقائق طريفة: دُعي بلوتو الكوكب التاسع لمدة 75 عاماً، منذ اكتشافه عام 1930 \*\*. إن مدار بلوتو هو الأقل دائرة (أي الأكثر إهليجية)، قياساً بجميع الكواكب الأخرى. فأبعد نقطة منه هي على مسافة 7,4 بليون كم عن الشمس، بينما تبعد أقرب نقطة منه 4,34 كم فقط. وعندما يكون بلوتو عند أقرب نقطة، فإن مداره ينسل داخل مدار كوكب نبتون. لمدة 20 سنة من كل 248، يقترب بلوتو من الشمس أكثر من نبتون - وهو ما حصل تماماً خلال أعوام 1999-1979م. إذن، خلال هذه الفترة كان بلوتو الكوكب الثامن وليس التاسع\*\*\*!



---

\* جون نايبير (1550-1617م): رياضي و فيزيائي و فلكي و منجم اسكتلندي، اخترع اللوغاريتمات وعداداً حسابياً عرف باسمه، كما و روج لاستخدام الفاصلة العشرية - المترجم.

\*\* اكتشفه الفلكي الأمريكي كلايد تومباو Clyde Tombaugh (1906-1997م) - المترجم.  
\*\*\* لم يعد بلوتو كوكباً منذ عام 2006م، بل كوكباً قرماً و عضواً أكبر في مجموعة تعرف بحزام كويبر سماوي 1 - له مدار حول الشمس 2 - وله كتلة كبيرة كافية لكي تغلب قوة جذبه الخاصة على القوى الجسمية الأخرى بحيث تتحذ شكلًا هيدروستاتيكياً متوازناً (شبه كروي) 3 - وقد حرر المizar الخريط به على مداره بحيث لا يتقطع مداره حول الشمس مع أي جرم آخر.

وقد فشل بلوتو في الإيفاء بالشرط الثالث، حيث تفوق كتلته كتلة الأجرام الواقعة في مداره 0,07 مرة فقط (بينما تفوق كتلة الأرض الكتلة المتبقية في مدارها الخاص بـ 1,7 مليون مرة) - المترجم.

## أقمار المشتري

### Jupiter Moons

سنة الاكتشاف 1610م

ما هذا الاكتشاف؟ تخلق كواكب أخرى (عدا الأرض) أقماراً خاصة بها  
من المكتشف؟ غاليليو غاليلي Galileo Galilei

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

اكتشف غاليليو بأن للكواكب الأخرى أقمارها، وبذلك ساهم في توسيع الإدراك البشري خارج نطاق كوكبنا الأأم، كما وساهم استعماله الدقيق للتلسكوبات التي صنعها على إرساء الأساس الأولى لعلم الفلك الحديث. لقد كانت اكتشافاته الأولى فلكيّاً من حيث استعمال التلسكوب.

أثبت غاليليو بأن الأرض ليست كوكباً فريداً في الكون. فقد حَوَّل بقعاً ضوئية تَرَصَّع ساء الليل إلى أجسام كروية خلابة – إلى أماكن حقيقة وليس مجرد نقط ضئيلة مضيئة. وهذا أكَّد صحة الفلكي البولندي نيكولاوس كوبرنيكوس في دعواه بمركزية الشمس.

بتلسكوبه البسيط، وضع غاليليو لوحده النظام الشمسي وال مجرات وباقى الكون الفسيح ضمن متناول أيدينا، حيث كان تلسكوبه كفياً بفتح آفاق و المعارف جديدة لم تكن موجودة من قبل، ولو لاه لم تكن لتساجم فقط.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان هذا اكتشافاً تُخْضِعُهُ اختراع - ألا وهو التلسكوب. استعمل غاليليو تلسكوبه أول استعمالاً أواخر عام 1608م وأيقن لفوره بأن تلسكوباً أكثر تطوراً سيكون بمثابة نعمة تُسْيَغُ على أي فلكي. بأواخر عام 1609م، قَدِّمَ تلسكوبَهُ جديداً ذو قوّة تكبيرية تساوي 40 ضعفاً ومزود بعدستين اثنين، ليكون بذلك أول تلسكوب يستعمل للأغراض العلمية.

بحث مثير نشره يوهانيس كبلر يشرح فيه مدارات الكواكب كان كفياً ياقناع غاليليو بصحّة نظرية الفلكي البولندي نيكولاوس كوبرنيكوس والتي دعا فيها بأن الشمس، لا الأرض، مركز لنظام الشمسي. إلا أن الإعلان بهذه النظرية كان أمراً خطيراً للغاية،

فالعقوبة كانت الحرق حيًّا كما حصل للعالم فريار جياردونو برونو. هنا قرر غاليليو إثبات صحة نظرية كوبرنيكوس باعتماد مخططات أدق لحركات الكواكب.

كان القمر أول فريسة لتلسكوب غاليليو، فبدت رؤية الجبال والوديان واضحة على سطحه. كما شاهد فوهات بركانية عميقه ذات حواف طويلة مستنة كمدية الختجر. لقد كان هذا القمر مختلفاً تماماً عن القمر الأملس الذي وصفه أرسسطو وبطليموس (الفلكيان الإغريقيان اللذان كانت آرائهما لا تزال تشكل جميع أسس العلم المعروفة عام 1610م، وحظيت بإيمان الكنيسة الكاثوليكية المتنفسة وجل علماء أوروبا آنذاك)

بليلة واحدة من مراقبة سطح القمر خلال تلسكوبه، أثبت غاليليو - من جديد - بأن أرسسطو كان مخطئاً. ولكنه تذكر جيداً بأن آخر تحدٍ له لأفكار أرسسطو كان قد كلفه منصبه التدريسي وذلك عندما ثبتت صحة دعوته بأن الأجسام تسقط جميعاً بالسرعة ذاتها بغض النظر عن أوزانها.

حوالى غاليليو تلسكوبه الآن إلى المشتري، أكبر الكواكب، وعمل على دراسة حركته بدقة على مر بضعة أشهر. من خلال تلسكوبه (telescope هي كلمة إغريقية تجمع بين كلمتي البعد والنظر)، شاهد غاليليو صورة مكِبَّرة عن السموات ففتحت عيناه على مناظر لم تسبق لعين بشريٍّ أن رأها قط من قبل. فيها هو الآن يرى المشتري بوضوح، ويَا للدهشة! كانت هناك أقماراً تحيط بالكوكب العملاق.

بينما اعتقاد أرسسطو و تلاميذه جميع العلماء بأن كوكب الأرض متفرد بامتلاكه القمر، استطاع غاليليو أن يكتشف أربعة من أقمار المشتري في غضون أيام، لتكون أولى الأقمار المكتشفة إضافة إلى قمرنا نفسه، ولتشتت بأن أرسسطو مخطئاً من جديد.

الأفكار القديمة لا غوت بسهولة أبداً. ففي سنة 1616م، حرم مجلس الكاردินالات غاليليو من بث أو تطوير أفكار كوبرنيكوس، في حين رفض العديد من رهبان الكنيسة النظر من خلال التلسكوب، مُدعين بأنه كان عبارة عن خدعة سحرية وبأن الأقمار كانت مجرد أجسام متأللة ضمن التلسكوب نفسه.

بتجاهل غاليليو لهذه المحاذير، استُقدم إلى روما للممثل أمام محكمة التفتيش الكنسية، تلته محاكمة مجْهَدة أدين فيها وأُجبر على التبرُّؤ علينا من أفكاره ونظرياته، ثم حُبس في منزله لحين وفاته عام 1640م. لم يسمع رهين الحبس غاليليو طيلة ما تبقى من حياته سوى

صدى صوته الكسير وهو يؤكد على صحة اكتشافاته دون جدوى. أما الكنيسة فلم تدحض إدانتها لغاليليو واكتشافاته العظيمة إلا في تشرين الأول (أكتوبر) من عام 1992م ، أي بعد 376 عاماً من إصدارها بحقه عن ظلم وإجحاف.\*

حقائق طريفة، كان غاليليو ليتعجب لو عرف بأن المشتري يشبه النجم في تركيبه. فهو كان أكبر بحوالي 80 ضعفاً، لكنه أعتبر نجماً وليس كوكباً.



---

\* في وقت دحست فيه الكنيسة إدانتها لغاليليو، إلا أنها لا تزال متربدة في رد الاعتبار إلى جياردونو برونو الذي أحرقه حياً في روما يوم 17 شباط (فبراير) 1600م بتهمة المهرطقة - المترجم.

## جهاز الدوران البشري

### Human Circulatory System

سنة الاكتشاف 1628 م

ما هذا الاكتشاف؟ أول فهم متكامل للكيفية التي تشكل بها الشرايين والأوردة  
والقلب والرئتين جهازاً دوارياً تاماً واحداً  
من المكتشف: William Harvey

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يعتبر الجهاز الدوراني جسم الإنسان التعريف الفعلي للحياة، إذ لا يضاهيه جهاز آخر في أهميته لتواجدنا، ومع هذا بقي طي الكتمان لغاية 400 سنة مضت. أجزم الكثيرون بأن ما ينبع داخل الصدر كان صوت الضمير وهو يصبح داخل جسم صاحبه، وقد ساد اعتقاد بأن الدم يُصنع في الكبد ويُستهلك من قبل العضلات. كما آمن الكثيرون بأن الشرايين كانت مملوئة باهواء.

اكتشف William Harvey الوظيفة الحقيقية لهذه العناصر الأساسية للجهاز الدوراني (القلب، الرئتين، الشرايين، والأوردة) ورسم أول مخطط كامل ودقيق لجهاز الدوران لدى الإنسان. وكان أول من اعتمد الطرق العلمية في الدراسات البيولوجية، فقدى به جميع العلماء بعد ذلك. يُعد كتاب هارفي الذي أصدره سنة 1628 م بداية لعلم الفسلجة الحديث.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان الأطباء في القرن السادس عشر لا يزالون يعتمدون على الكتابات القديمة للطبيب الإغريقي غالين Galen التي كتبها قبل ما يقارب 1500 سنة من ذلك الزمان، ومن ضمن ما جاء فيها أن الطعام يتحول إلى دم في الكبد ليُستخدم بعد ذلك كمصدر للطاقة في الجسم. وكانت الفالية العظمى تؤيد أن الدم الذي يجري في الشرايين لا علاقة له بالدم الذي يجري في الأوردة.

ولد William Harvey في إنجلترا سنة 1578 م، ودرس الطب في جامعة أكسفورد، ثم حظي بعد ذلك بدعوة للدراسة في جامعة بادوا بإيطاليا، حيث كانت تعتبر آنذاك عاصمة الطبابة الأوروبية.

لما عاد هارفي أدراجه إلى وطنه الأم سنة 1602 م، تزوج ابنة الطبيب الشخصي للملكة إليزابيث ثم عين طبيباً في بلاط الملك جيمس الأول، فطبعاً شخصياً للملك تشارلز الأول سنة 1618 م.

خلال عمله في البلاط الملكي، إهتم هارفي بدراسة الشرايين والأوردة. فأجرى تجارب واسعة النطاق على الحيوانات والجثث الأدمية، توصل من خلالها إلى اكتشاف الصمامات الوريدية. لم يكن هارفي، بطبيعة الحال، أول من يكتشف الصمامات الوريدية، ولكن كان بالتأكيد أول من اكتشف وظيفتها في توجيه الدم باتجاه القلب فقط، مانعة رجوعه بالاتجاه المعاكس.

أجرى هارفي سلسلة من التجارب على الحيوانات قام من خلالها ياحكام ربط شريان أو وريد ما على حدة ومن ثم سوية ليستطلع ما يحدث لجريان الدم خلال فترة الربط وبعد فكه على التوالي. أثبتت هذه التجارب بأن الشرايين والأوردة في ارتباط مباشر ضمن دورة مغلقة يجري من خلالها الدم من الشرايين إلى الأوردة.

حوالى هارفي اهتمامه إلى القلب بعد ذلك وسرعان ما أدرك بأن القلب يمتلك وظيفة عضلية يضخ من خلالها الدم إلى كل من الرئتين والشرايين. وبمتابعة لجريان الدم في أجسام حيوانات متعددة، لاحظ هارفي بأن الدم لا يستهلك أبداً، بل يدور بشكل متواصل محملاً الهواء والماء الغذائية لأنسجة الجسم المختلفة.

وبحلول عام 1625 م، توفر لدى هارفي ما يكفيه لتقديم صورة كاملة تقريباً عن الجهاز الدوراني. ولكن بقي هنالك أمران اثنان يقضيان مضجعه. الأول أنه لم يستطع تفسير الكيفية التي ينتقل بها الدم من الشرايين للأوردة رغم إثبات تجربته لهذه الحقيقة (إذ لم يكن микروس코ب متوفراً آنذاك كي يمكن هارفي من رؤية أوعية صغيرة بحجم الشعرات الدموية، حيث اكتشفها الإيطالي مارتشيلو مالبيجي \* Marcello Malpighi 1670 م) بواسطة الميكروس코ب مقدماً بذلك الحلقة المفقودة في جهاز هارفي الدوراني، وذلك عام 1670 م أي بعد ثلاث سنوات من وفاة هارفي).

أما المعضلة الثانية والأدھي حقيقة، فكانت تكمن في خوفه من رد فعل الكنيسة والرأي العام وخصوصاً فيما يتعلق بمستقبل خدمته في البلاط فيما لو صرخ بأن القلب

---

\* مارتشيلو مالبيجي (1628-1694 م) عالم إيطالي يعد أول عالم أنسجة وسيت تراكيب عديدة في الجسم باسمه - المترجم.

مجرد مضخة عضلية وليس مَكْمِنًا للروح والضمير والناسخ. فكان متنفسه الوحيد عشرة على دار نشر ألمانية صغيرة تكفلت بنشر ملخص لا يتعذر 72 صفحة عن كتابه وباللغة اللاتينية (لغة العلم آنذاك)، تلافيًا لوقوعها بأيدٍ إنجليزية.

لكن شهرة كتاب هاري الخطير ما لبثت أن تفشت في جميع أرجاء أوروبا وكانت كفيلة بتجريده من سمعته الطبية والعلمية في الحال، فقد الكثير من مرضاه. ولكن في النهاية لا يصح إلا الصحيح، فقد كان هاري دقيقاً جداً في تجاربه وهذا ما تكلل باعتماد كتابه كمراجع عن الجهاز الدوراني، وذلك عام 1650م.

حقائق طريفة: يتبرع الأميركيون بأكثر من 16 مليون كيس للدم سنوياً،

وهو ما يكفي لملأ مسبح عرضه 20 قدمًا، عمقه 8 أقدام وطوله حوالي ثلث

ميل!



## ضغط الهواء

Air Pressure

سنة الاكتشاف 1640م

ما هذا الاكتشاف؟ إن للهواء (الجو) وزناً وضغطًا يسلطه علينا

من المكتشف: إيفانجيلista توريشيلي Evangelista Torricelli

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

من الواضح للوهلة الأولى بأنها مجرد ملاحظة بسيطة، إن للهواء وزناً وضغطًا يسلطه علينا. ولكننا لا نخس بتأثير هذا الوزن علينا لأنه لطالما كان جزءاً من عالمنا. الأمر ذاته ينطبق على العلماء الأوائل من فاقهم جميعاً قياس وزن الهواء والضغط الجوي.

كان اكتشاف إيفانجيلista توريشيلي مدخلاً لدراسة جادة للطقس والجو، وأرسى الأسس التي أفادت نيوتن وغيره من العلماء في دراساتهم للجاذبية. كما ومهّد لتوريشيلي نفسه فيما بعد لتقديم مفهوم الفراغ vacuum واختراع البارومتر - الأداة الأساسية والأكثر أهمية لدراسة الطقس.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في أحد أيام تشرين الأول (أكتوبر) الصافية من عام 1640م، أجرى غاليليو تجربة حول مضخة الامتصاص، وذلك عند بئر عام بالقرب من ميدان سوق فلورنسا الإيطالية. فقام العالم المشهور بغمس أنبوب طويل في مياه البئر القاتمة. ومن البئر مَدَ أنبوب غاليليو نحو الأعلى ليقف حول حزمه خشبية متتشابكة على ارتفاع ثلاثة أمتار فوق جدار البئر، وينزل نحو الأسفل حيث تستقبله مضخة يدوية يتحكم بهااثنان من معاونيه: إيفانجيستa توريشيلي Evangelista Torricelli البالغ من العمر اثنين وثلاثين عاماً وابن تاجر ثري والعالم الطموح، والثاني كان جيوفاني وباليانi Giovanni Baliani، وهو الآخر عالم فيزيائي إيطالي.

قام توريشيلي وباليانi بضخ مقود المضخة الخشبي ماصين الهواء من أنبوب غاليليو ببطء وساحرين في الوقت ذاته الماء لمستوى أعلى ضمن الأنبوب. واستمرّا بالضخ لحين تسطح الأنبوب وكأنها قشة مبلولة دُسّت عليها. لكن بغض النظر عن مقدار ما كانوا يبذلان

من جهد، لم يكن الماء ليترفع أكثر من 9,7 م فوق مستوى سطح الماء بالبئر، وتكررت هذه النتيجة بتكرار أداء التجربة.

افتراض غاليليو حينها بأن وزن عمود الماء في الأنابيب كان السبب - بطريقة ما - وراء إرجاع مستوى إلى ذلك الحد كلما حاولوا رفعه أكثر.

لكن لغز أنابيب الامتصاص ظل يحيط توريتشيلي الذي عاد التفكير فيه بجدية سنة 1643م. فلو كان غاليليو صائباً، فإنه يفترض لسائل أنقل أن يصل لنفس الوزن الخارج وبالتالي ينخفض مستوى خذ أدنى. وزن الرئيق كان 13,5 ضعف وزن الماء، وعليه لا يفترض لعمود الرئيق أن يرتفع أكثر من  $\frac{1}{13,5}$  من ارتفاع عمود الماء أو ما يقارب 30إنشاً (76,2 سم).

قام توريتشيلي بعمل أنابيب زجاجي طوله 6 أقدام (182 سم) بالرئيق السائل، وسأله النهاية المفتوحة بقطعة قطن. ثم قلب الأنابيب وغمس النهاية المسدودة في حوض يحتوي على الرئيق السائل قبل رفعه للسدادة. وكما توقع، انساب الرئيق من الأنابيب إلى الحوض، ولكن ليس جميعه.

وكان قياس ارتفاع العمود المتبقى للرئيق 30إنشاً - تماماً كما توقع توريتشيلي. ولكن استمر توريتشيلي في افتراض أن اللغز يكمن في الفراغ الذي تركه فوق عمود الرئيق.

وفي اليوم التالي، وبينما كانت الريح و قطرات المطر الباردة ترتطم بنوافذ بيته، أعاد توريتشيلي تجربته هدف دراسة الفراغ فوق مستوى الرئيق. ولكن المثير للدهشة أن عمود الرئيق ارتفع إلى مستوى 29إنشاً (73,6 سم)، في وقت افترض فيه توريتشيلي أن يكون الارتفاع ثابتاً! ما الذي اختلف اليوم عن البارحة؟ تمعن توريتشيلي في التفكير بهذا اللغز الجديد في حين استمر المطر في ضرباته على نافذة الغرفة دون رحمة.

ما أختلف ذاك اليوم كان الجو - الطقس! توقف تفكير توريتشيلي على فكرة ثورية جديدة تماماً. إن للهواء نفسه وزناً. إن الجواب الحقيقي للغز مضخة الامتصاص لا يكمن في وزن السائل ولا في الفراغ الذي يعليه، بل في وزن الهواء الجوي الضاغط عليه من الأعلى.

أدرك توريتشيلي، إذن، بأن وزن الهواء في الجو قد ضغط على الرئيق في الحوض الذي يحتويه، مما أدى إلى دفع الرئيق داخل الأنابيب. وزن الرئيق في الأنابيب يجب أن يساوي تماماً وزن الهواء الخارجي المسلط على الرئيق في الحوض.

بتغير وزن الهواء الخارجي، فإنه سيدفع بالزئبق الموضوع في الحوض أقل أو أكثر بقليل وبالتالي سيغير ارتفاع الزئبق في الأنبوب لمستوى أدنى أو أعلى بقليل. فالتغير بالطقس لا بد أن يغير وزن الهواء الخارجي.

لقد اكتشف توريتشيلي الضغط الجوي وقدم طريقة لقياسه ودراسته.

  
حقائق طريفة: نادراً ما ينخفض مستوى الزئبق في البارومترات المترلية بأكثر من 0,5 إنشاً (1,27 سم) تزامناً مع تغير الطقس من هادئ إلى عاصف. وكان الانخفاض الأدنى هو 2,963 انج (7,52 سم) من الزئبق قيس ضمن إعصار بساوث داكوتا، وذلك في حزيران (يونيو) سنة 2003 م.

## قانون بوويل

Boyle's Law

سنة الاكتشاف 1650 م

ما هذا الاكتشاف؟ يتناسب حجم الغاز عكسياً مع مقدار الفرق الضاغطة عليه

من المكتشف؟ روبرت بوويل Robert Boyle

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

أرسى المفهوم الذي اكتشفه روبرت بوويل (أو ما يعرف الآن بقانون بوويل) لقواعد جميع الدراسات الكمية والتحليلات الكيميائية للغازات. فلقد كان أول صيغة كمية للدراسة سلوك الغازات، كما يعتبر من أساسيات فهم الكيمياء حيث يدرس ضمن بداية المنهاج التعليمي لأي طالب كيمياء.

بوصفه عالماً تجريبياً عقرياً، أثبت بوويل بأن الغازات تتالف من ذرات - تماماً مثل المواد الصلبة. ولكن ما يميز ذرات الغاز أنها منتشرة على مسافات متباعدة عن بعضها البعض وقابلة للانضغاط. و بهذا التجارب، ساهم بوويل في إقناع الوسط العلمي بوجود الذرات - القضية التي طال النقاش في صحتها ألفي عام من الزمان منذ أن افترضها العالم ديموقريطس<sup>\*</sup> Democritus للمرة الأولى سنة 440 ق.م.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

إنحدر روبرت بوويل Robert Boyle من عائلة نبيلة وكان عضواً للمجمع العلمي البريطاني. وفي أحد اجتماعات الجمع عام 1662م، تلا روبرت هوك Robert Hooke بحثاً حول تجربة فرنسية توضح «مطاولة الهواء». لقد حظيت دراسة خصائص الهواء باهتمام كبير لدى علماء القرن السابع عشر.

بني العلماء الفرنسيون اسطوانة خاصية مسدودة بقوة بواسطة مكبس. قام عدد من الرجال بالضغط على المكبس بقوة، ضاغطين بذلك الهواء الخصور بالاسطوانة، ثم انصرفوا بعد أداء مهمتهم. ارتفع المكبس من جديد، ولكن ليس بنفس مقدار ارتفاعه السابق.

\* ديموقريطس (370-440 ق.م.): فيلسوف مادي إغريقي، بلور الفكرة القائلة بأن المادة تتالف من أجزاء غير مرئية وغير قابلة للتغيير أسمها atoma «أي الوحدات الغير مرئية» أو النزارات - المترجم.

صرح الفرنسيون من خلال تجربتهم هذه بأن الهواء ليس على درجة كاملة من المطاطية. عند تسليط ضغط عليه، فإنه يحافظ على جزء من حالة انضغاطه.

ولكن كان لروبرت بويل رأي آخر تماماً. حيث حكم بعدم جدوا التجربة الفرنسيين موضحاً بأن المكبس كان من الضيق والإحكام بما يعيق كامل رجوعه لمستواه الأصلي بعد رفع الضغط عنه. فجادله آخرون متذمرين بأن التجربة كانت ستفشل حماً نظراً لسرب الهواء في حال استعمال الفرنسيون مكبساً متراخيّاً.

تعهد بويل بصنع مكبس مناسب غير محكم ولا متراخي بشدة. كما أكد لزملائه بأن مكبسه المتكامل هذا سيثبت خطأ الفرنسيين في تجربتهم.

بعد أسبوعين وقف روبرت بويل قبالة الجمع مسماً بأنوب زجاجي كبير مائل على شكل حرف L. أحد طرفي الأنوب كان مرتفعاً حوالي 3 أقدام (90 سم) وضيقاً، بينما كان الطرف الثاني قصيراً وأعرض قليلاً. وكان الطرف القصير مسدوداً، بينما كان الطرف الطويل مفتوحاً.

سكب بويل الزئبق السائل داخل أنبوبه فملاً قاع الأنابيب وارتفع ارتفاعاً منخفضاً في كلا طرفي الأنابيب. انحصر جيب كبير من الهواء فوق عمود الزئبق في الطرف القصير العريض. وهنا أردف بويل معرفاً لمفهوم المكبس بأنه أي جهاز يمكن بواسطته الضغط على الهواء. بما أنه استعمل الزئبق السائل كمكبس، فإنه لا يوجد أي احتكاك من شأنه التأثير على النتائج - كما حصل في التجربة الفرنسية.

فاس بويل وزن المكبس الزجاجي وحرف خطأ في الزجاج عند التقاء الزئبق بالهواء المخصوص. ثم قطّر الزئبق السائل في الطرف الطويل لحد امتلاءه، فانضغط الهواء المخصوص لأقل من نصف حجمه الأصلي نتيجة وزن وقوف الزئبق.

حرف بويل خطأ جديداً على الطرف القصير للأنبوب مشيراً إلى المستوى الجديد للزئبق وبالتالي الحجم المضغوط للهواء المخصوص. وأخيراً قام يافراغ الزئبق من خلال صمام أسفل الأنابيب حتى تساوى وزن الزئبق والمكبس الزجاجي مع وزنهما السابق، فرجع عمود الزئبق إلى مستوى الأول بالضبط. الهواء المخصوص قد قفز، إذن، إلى مستوى انطلاقه، وهو ما يؤكّد أن الهواء يتمتع بقابلية مطاطية تامة. أخطأ الفرنسيون، وأصاب بويل.

واذهب بويل على تجاربه مستعملاً مكبسه الزجاجي المضحك ولاحظ شيئاً جديداً بالاهتمام. إذ لما كان يضاعف الضغط (وزن الزئبق) على حجم معين من الهواء المضغوط

بمقدار مرتين، فإن الحجم كان يقلُّ للنصف. كما أن مضاعفة الضغط ثلاث مرات أدت إلى تقليل حجم الهواء للثلث. فالتغير في حجم الهواء المضغوط تناسب دوماً مع التغير بالضغط المسلط عليه. وقد عَبَرَ بويل عن هذه العلاقة بمعادلة رياضية بسيطة تعرف اليوم بقانون بويل. قانون فاق جميع القوانين الأخرى من حيث الأهمية في فهم واستغلال الغازات لتلبية احتياجات بني البشر.

حقائق طريفة، حققت عالمة المحيطات سيلفيا ايرل Sylvia Earle الرقم القياسي للغوص الأحادي للسيدات (1000 م أو 3281 قدم). وحسب مبدأ بويل، يكون الضغط بهذا العمق 100 أضعاف مقداره عند السطح الخارجي.



## وجود الخلايا

### The Existence of Cells

سنة الاكتشاف 1665م

ما هذا الاكتشاف؟ تعرّف الخلية وحدة البناء الأساسية لجميع الكائنات الحية

من المكتشف؟ روبرت هوك Robert Hooke

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تعتبر الخلية الوحدة الأساسية للبناء والتركيب. هنالك ملايين لا تُحصى من الخلايا تتكوّن أجسام الحيوانات والنباتات، ويمكن دراسة وظائف الجسم بدراسة الخلايا على انفراد. فكما سمح اكتشاف الجزيئية والذرة للعلماء بفهم أعمق للمواد الكيميائية، فإن اكتشاف الخلية سمح لعلماء الأحياء بفهم أعمق للكائنات الحية.

إن استعمال هوك للميكروسكوب فتح عيون الناس على دقائق العالم المجهرى على غرار تعريف غاليليو الناس بأسرار الكون الفسيح من خلال استعماله للتلسكوب. كما أولدت اكتشافات هوك العلم المجهرى كفرع جديد من فروع العلم.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

وراء روبرت هوك Robert Hooke قصة ممتعة. في بينما كان هزيلًا علياً في صغره، لم يتكلّل والده أعباء تعليمه ظناً منهما أنه لن يعيش طويلاً. وعندما عاند الصبي هوك الحياة وعاش لسن الحادية عشرة، منحه أبوه على مضض حصصاً من التعليم المترتب. وفي سن الثانية عشرة، وبينما كان يراقب رساماً تشكيلياً خلال عمله، عقد هوك عزمها على تقليده قائلاً كلامه الذي ظل يراوشه فيما بعد «أستطيع أن أقوم بهذا». وفعلاً أظهرت بعض رسوماته الأولية موهبته في هذا الفن.

توفي والده بعد ذلك بعام، تاركاً له ميراثاً هزيلًا لم يتجاوز 100 جنيه إسترليني. خطر هوك استغلال هذا المبلغ في دراسة أصول الرسم عند أحد الفنانين، ولكن سرعان ما أدرك أن روائح أصابع الرسم تسبّ له صداعاً شديداً.

صرف هوك ماله، بدلاً عن ذلك، في دخول مدرسة ويستمنستر. وفي واحدة من أولى أيامه هناك، استمع هوك لرجل يعزف على آلة الأرغن في المدرسة وهناك عقد عزمه من

جديد على امتهان العزف «أستطيع أن أقوم بهذا». وحقاً استطاع هوك أن يثبت نفسه عازفاً ماهراً بل وعمل بعدها قائداً للفرقة الموسيقية في المدرسة وعضواً في فرقة الإنشاد الكنسى.

لكن الحظ خالف هوك المسكين من جديد، فها هي الحكومة الإنجليزية المتزمتة الجديدة تمنع الموسيقى والكورسات الكنسية باعتبارها عبثاً وهواً لا طائل منها. قرر هوك، بعد أن ذهبت جنيهاته سدىًّا، أن يعمل خادماً للطلاب الأثرياء بالقرب من جامعة أكسفورد.

«أستطيع أن أقوم بهذا»، قالها هوك من جديد وهو منيبر بالعلم والتجارب. ولم يخيبه العلم كما خيبة الفن سابقاً. بل تعتبر خدمته لطلاب أكسفورد (غالباً روبرت بويل) فاتحة واحدة من أكثر التجارب العلمية عطاءً في تاريخ إنجلترا. وحقق هوك خلال فترة وجيزة شهرة واسعة النطاق كبانٍ ومجربٍ من الطراز الأول.

في عام 1660م، انضمَّ هوك إلى الجمع الملكي (منظمة علمية إنجليزية مبكرة) وعمل لفترة على إجراء سلسلة من التجارب مستفيداً من الاختراع المذهل للعقد الأخير من القرن الخامس عشر المسمى بマイكروسكوب. نظراً لشحة عدد микروسكوبات القادرة على التكبير 100 ضعف الحجم الأصلي وصعوبة استعمالها وضعف قدرها التركيزية، ساهم هوك عام 1662م في تصميم ميكروسكوب ذي قدرة تكبيرية تساوي 300 ضعف، واستعمله في معاينة التركيب الدقيق للأشياء المألوفة من حوله. مستفيداً من هذا الميكروسكوب ومن موهبته الفنية، أخذ هوك أولى الدراسات التفصيلية للعالم المجهري. فرسم صوراً دقيقة قريبة من الواقع لتركيب مختلفة كالعيون المركبة للذباب، تركيب ريش الطيور، وأجنحة الفراش. كما اكتشف ورسم عدداً من الكائنات المجهرية.

و في عام 1664م، أدار روبرت هوك دفة مجهره هذه المرة إلى قطعة جافة من القطن، فوجدها مكونة من ثقوب مستطيلة صغيرة شديدة التراص. يتألف القطن بالذات من خلايا كبيرة مفتوحة، وهذا ما مكّن هوك من رؤيتها بذلك الوضوح، في حين أن خلايا النباتات والحيوانات الأخرى من الصغر بحيث لا يمكن مشاهدتها أبداً باستعمال هكذا ميكروسكوب.

أطلق هوك على هذه الثقوب اسم *cells* أو خلايا (و هي كلمة لاتينية تشير إلى الحجرات الصغيرة المصطفة جانباً - كفر السجون مثلاً). كانت هذه الخلايا فارغة لأن قطعة القطن كانت ميتة ببساطة. ويحسب هوك أنه افترض أن هذه الخلايا لابد أن تكون

مليئة بالسوائل في حالة الحياة\*. بقيت الكلمة خلية قيد الاستعمال، والأهم من ذلك أنها أثبتت مشاعر علماء الأحياء للباحث في هذا الاكتشاف الجديد. فبين لهم جميعاً أن العالم الحي مؤلف حقاً من خلايا متراصة كما هي قطع البلاط في بناء ما. وانساق حقل الأحياء برمته نحو دراسة تركيب ووظائف الخلايا.

حقائق طريفة؛ يعبر علم الخلايا العلم الوحيد الذي يتزاد في مصطلحاته التضاعف والانقسام. فتضاعف الخلايا يعني ببساطة انقسامها!



\* إضافة إلى اكتشافه للخلايا، عرف عن هوك وضعه لقانون المطاطية، مساعدته لبويل في بناء مضخات التفريغ المستعملة في قانون الغازات للأخير، كما وعده معمارياً بارعاً ساهم في إعادة ترميم لندن بعد الحريق الكبير عام 1666م. عمل على مراقبة دوران المريخ وطارد، ويعتبر أول من أفاد بمدد المادة لدى تسخينها ويتكون الغازات من دقائق متباعدة. اشتهر بعمله في الجاذبية كذلك واحتدم التناقض بينه وبين نيوتن الذي تعمد طمس هوية هوك لدى توليه رئاسة الجمع الملكي بما في ذلك تحطيمه للصورة الوحيدة له في مني الجمع - المترجم.

## الجذب العام

Universal Gravitation

سنة الاكتشاف 1665 م

ما هذا الاكتشاف؟ الجاذبية هي قوة الجذب التي تسلطها جميع الأشياء على بعضها البعض

من المكتشف؟ إسحق نيوتن Isaac Newton

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

بحلول مطلع القرن السابع عشر، كانت أنواع عديدة من القوى قد تم التعرف عليها - كالاحتكاك والجاذبية ومقاومة الهواء والقوى الكهربائية وغيرها. ولكن يعود الفضل في توحيد هذه القوى المختلفة ظاهرياً إلى مبدأ نيوتن الرياضي، حيث بلورها جيئاً في مبدأ قياسي موحد. تسقط تفاحة، للناس أووازها، يدور القمر حول الأرض - جيء بها لسبب واحد مشترك. فكان قانون الجاذبية لنيوتن بمثابة مبدأ مسيط عملاق.

يعتبر مفهوم نيوتن ومعادلاته في الجاذبية من المفاهيم الأكثر تداولاً في الحقل العلمي برمتها. كما وندين في بناء القسم الأكبر من فيزيائنا الحديثة إلى مبدأ نيوتن في الجذب العام وفكرته بأن الجاذبية من الخصائص الجوهرية للمواد جيء بها.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1666م، كان إسحق نيوتن Isaac البالغ من العمر ثلاثة وعشرين عاماً يعمل زميلاً ناشياً بكلية ترينيتي بجامعة كامبريدج. ببشرته البيضاء وشعره الأشقر الطويل، اعتقاد الكثيرون أنه أقل من عمره بكثير. وما رسم هذا الاعتقاد هيكل جسمه الضئيل وتصرفاته الخجولة الوقورة. أما نظراته النابقة وقططية وجهه الدائمة فكانت سبباً لنفور الناس منه.

تفشى وباء الطاعون العقدي في لندن فأرعب السكان وحصد حياة الكثير منهم. فأغلقت دور العلم والجامعات، واضطر الأكاديميون الشغوفون للعلم أمثال إسحق نيوتن أن يقتلوا الكثير من وقتهم الشمين في المناطق الريفية الآمنة، متظارين أن يفك هذا الوباء اللعين قبضته عن المدينة. لقد كانت فترة مرعبة حقاً في تاريخ البلاد.

في عزلته تلك، أصبح نيوتن مهوساً بقضية ما قضت مضمونه ربما أكثر من وباء الطاعون نفسه: ما الذي يسند القمر في دورانه حول الأرض، بل ما الذي يسند الأرض ضمن مدار محدد أثناء دورانها حول الشمس؟ لماذا لا يسقط القمر على الأرض، أو تسقط الأرض على الشمس؟

في السنوات اللاحقة أقسم نيوتن بحقيقة حدوث القصة التالية: بينما كان جالساً في بستان أخيه بالريف، سمع الصوت الناعم المألوف لسقوط تفاحة على الأرض العشبية. فالتفت في وقته ليرى تفاحة ثانية تسقط من على فرع متسلل للشجرة وترتد بعد اصطدامها بالأرض لتسתר هي الأخرى على العشب الربيعي. إنما لم تكن بالتأكيد أول تفاحة يراها نيوتن وهي تسقط على الأرض، ولم يكن ثمة ما يثير العجب في مسافة سقوطها القصيرة. وبينما كان العالم الشاب يبحث عن حل مشكلته السابقة، فتحت التفاحة الساقطة منفذًا جديداً له: «تسقط التفاحة على الأرض بينما لا يسقط القمر. ما الفرق إذن بين التفاحة والقمر؟»

في الصبيحة المشمسة لليوم التالي، كان نيوتن يراقب ابن أخيه الصغير وهو يلعب بكرة مشدودة بخيط. فامسك الصغير الخيط بإحكام وبدأ يؤرجح الكرة بيطره ثم زاد من سرعتها بالتدريج حتى أخذت فيه الكرة مستوى مستقيماً مع أقصى امتداد للخيط.

في بداية حركتها، أدرك نيوتن أن الكرة تشبه القمر تماماً. فقد أثرت قوتان في الكرة: حركتها (تعمل على قذف الكرة خارجاً) وقوة سحب الخيط (تعمل على مسک الكرة داخلاً). على نفس الشاكلة، هناك قوتان تؤثران على القمر: حركته وقوة سحب الجاذبيةـ (القوة) ذاتها التي جعلت التفاحة تسقط على الأرض!

للوهلة الأولى افترض نيوتن أن الجاذبية عبارة عن قوة جذب عام بدلاً من قوة مسلطه فقط على الكواكب والنجوم. فقد جعله فهمه العميق للكيمياء ومبدأ جذب المادة يفترض أن قوة الجاذبية ليست حصرًا على الأجرام السماوية وحدها، بل تخص أي جسم وبأية كتلة. إن الجاذبية هي التي تسحب التفاح نحو الأرض، تجعل الأمطار تسقط، وتستند الكواكب في مدارها حول الشمس.

كان اكتشاف نيوتن لمبدأ الجذب العام بمثابة ضربة قاصمة للفكرة السائدة آنذاك والتي اقتضت باختلاف قوانين الطبيعة التي تحكم السماء عن تلك التي تحكم الأرض. فقد أوضح نيوتن بأن الميكانيكية التي تحكم الكون والطبيعة هي بسيطة في كينونتها.

أدرج نيوتن مبدأ الجذب العام ضمن خصائص المواد جميعاً، لا الكواكب والنجوم فقط. واليوم، يقع مبدأ الجذب العام وصيغته الرياضية في صميم جميع فروع الفيزياء الحديثة باعتباره واحداً من أهم المبادئ في الحقل العلمي برمته.

حقائق طريفة؛ زهرة كانت The Flower of Kent هي عبارة عن نوع خاص أخضر من التفاح. وحسب القصة، كانت التفاحة التي رآها إسحاق نيوتن وهي تسقط على الأرض، فأدهمته اكتشاف مبدأ الجذب العام.\*



---

\* هنالك سلال من شجرة التفاح الأصلية لنيوتن موجودة الآن خارج الباب الرئيسي لكلية تربيريكي بجامعة كامبردج، و ذلك تحت الغرفة التي عاش فيها لدى دراسته هناك - المترجم.

## المتحجرات

### Fossils

سنة الاكتشاف 1669م

ما هذا الاكتشاف؟ المتحجرات عبارة عن بقايا كائنات حية في الماضي

من المكتشف؟ نيكولاس ستينو Nicholas Steno

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

إن الطريقة الوحيدة التي تمكنا من معرفة الماضي السحيق هي معاينة البقايا المتحجرة للنباتات والحيوانات المنقرضة الآن وبالتالي المحاولة في إعادة بعث تلك الحياة المندثرة ومحيطها الغابر. يمكن للعلماء أن يتحققوا لهذا شريطة أن يعطوا تفسيراً صائباً لأسرار البقايا المتحجرة ضمن الطبقات الصخرية القديمة.

بدأت هذه العملية مع نيكولاس ستينو، الذي قدم أول تعريف حقيقي لكلمة «متحجر fossil» وأول فهم صحيح لنشأة وطبيعة المتحجرات. يمثل عمل ستينو بداية لعملية الحساب الزمني الحديثة ودراسة المتحجرات وكذلك بلوحة علم الحيوانوجيا الحديثة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

على مر 2000 سنة، كان يُطلق على كل ما يخرج من الأرض بالتحجر. وخلال العصور الوسطى، انحصرت تسمية المتحجر على التراكيب الحجرية المستخرجة من الأرض والتي كانت تشابه المخلوقات الحية إلى حد بعيد. اعتقد الكثيرون حينها أن هذه المتحجرات كانت تمثل مراحل من عمل الله في خلقه للكائنات الحية، بينما افترض آخرون أنها محاولات فاشلة من الشيطان لتقليد الله، وذهب آخرون إلى الاعتقاد بأنها كانت بقايا للحيوانات التي غرفت إبان طوفان نوح. لكن لم ينتبه أحد منهم إلى أن هذه المتحجرات أهميتها العلمية.

كان نيكولاس ستينو Nicholas Steno هو ذااته نيلز ستينسن Niels Stinsen المولود عام 1638م في كوبنهاغن بالدانمارك، وقد غير إسمه إلى صيغته اللاتينية عام 1660م بعد رحيله إلى باريس ثم إيطاليا بغية دراسة الطب. كان ستينو طالباً للطريقة التجريبية والرياضية للعالم غاليليو وركز في دراسته على الجهاز العضلي للإنسان مستعملاً الرياضيات

والهندسة لبيان طريقة تخلص العضلات وتحريكها للهيكل العظمي. فذاع صيته في جميع أرجاء إيطاليا جراء دراساته التشريحية والوظيفية تلك.

في شهر تشرين الأول (أكتوبر) من عام 1666م، اصطاد صيادان ما أسمياه «سمك قرش عملاق» بالقرب من بلدة ليفورنو الإيطالية. ونظراً لكبر حجمه، قرر الدوق فرديناند إرسال رأسه إلى ستينو ليقوم بتشريحه. فأذعن ستينو لطلب الدوق وبدأ بتشريح الرأس مرتكزاً على عضلات الفك المميت للقرش.

بينما كان ستينو يفحص أسنان القرش تحت الميكروسكوب، أدهشتة مشابهتها لمحجرات معينة تدعى *glossopetrae* أو «كلوسوبيري» أي «أحجار اللسان»، سبق أن عُثر عليها في الطبقات الصخرية على امتداد الوديان الساحلية. كانت الكلوسوبيري معروفة منذ أولى أيام الإمبراطورية الرومانية القديمة، وقد اعتبرها المؤلف الروماني الشهير بليني الكبير\* Pliny the Elder أجزاء تأثرت من القمر على الأرض. ومن خلال مقارنته لأسنان القرش المتوازنة مع الكلوسوبيري، توقيع ستينو أن الكلوسوبيري لا تشبه أسنان القرش فحسب، بل هي أسنان القرش ذاكراً!

سخر العلماء الطليان، بطبيعة الحال، من اكتشاف ستينو متذرعين بأن الكلوسوبيري موجودة على بعد أميال من شاطئ البحر وعليه من المستحيل أن تكون جزءاً من كائن بحري كسمك القرش. أما ستينو فافتراض أنه لا بد أن تكون أسماك القرش الميتة مطروحة في مناطق سطحية من الماء أو في شاطئه الملوحل ثم انغرفت بطريقة ما لتصبح جزءاً من اليابسة. ولكن لم يشف هذا الأفراض غليل معارضيه، بل ذهب بعضهم إلى القول باستحالة كون الكلوسوبيري أسنان قرش طالما أن أسنان القرش ليست مصنوعة من حجر.

و من جانبه وسع ستينو من دراساته لتشمل المحجرات الشبيهة بالعظم والشظايا العظمية. عندما عاينها تحت الميكروسكوب، اقتنع بأنما الأخرى كانت عظاماً وليست حجارة. بعد شهور من الدراسة، استند ستينو على ما استجد بعد ذاك من نظرية تدعى

---

\* بليني الكبير (23-79 ق.م.): كاتب وفلسوف طبيعي وقائد بحري روماني، اشتهر بتأليف موسوعة Naturalis Historia «التاريخ الطبيعي»، وذاع عنه قوله: «يتالف المجد الحقيقي من تحقيق ما يستحق الكتابة، وكتابة ما يستحق القراءة» - المترجم.

النظرية الجسيمية للمادة (الممهدة للنظرية الذرية) معتبراً أن الوقت والتفاعل الكيميائي كفيلان بتغيير تركيب الأسنان والعظام إلى تركيب حجري.

نشر ستيو اكتشافه ودليل إثباته عام 1669م. إضافة إلى إثباته بأن المتحجرات تحمل عظاماً قديمة لكيانات حية في الواقع، حقق ستيو في الكيفية التي اندست بها هذه العظام ضمن الطبقات الصخرية. فخلال عمله اكتشف عملية الترسيب وتكون الطبقات الصخرية المترسبة. يحسب لستيو إذن تأسيسه لعلم الجيولوجيا الحديث.

في ذروة مسيرته وعطائه، نصب ستيو كاهناً للكنيسة الكاثوليكية، وترك الخفل العلمي إلى الأبد، معتبراً العلم مخالفًا لل تعاليم الكنيسة. لحسن الحظ بقيت اكتشافاته مائلة للدفع بعجلة العلم وخدمته.

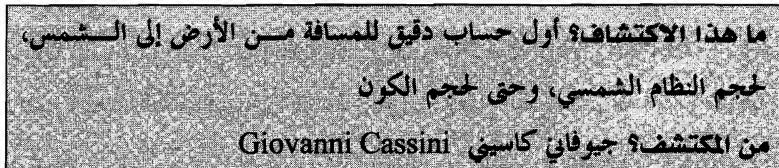
حقائق طريفة، لعل أول ما يراود أذهاننا عند ذكر المتحجرات، الديناصورات العملاقة. لكن اكتشفت أكبر البقايا المتحجرة في العالم في شمال أمريكا الجنوبية عام 2003 حيث تعود الحيوان من القوارض، قد بلغ وزنها 1500 رطلاً (700 كغم)، أما عمرها فناهز 8 مليون سنة.



## البعد عن الشمس

Distance to Sun

سنة الاكتشاف 1672 م



ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يستند فهمنا للكون على أساسين اثنين - قدرتنا على حساب المسافات التي تفصلنا عن النجوم البعيدة، وقدرتنا على قياس التركيب الكيميائي للنجوم. وقد تحقق الأخير عام 1859 م باختراع المطياف. أما قياس بعد عن الشمس فلطالما عُدَّ الأهم من بين القياسات الجوية. وكان قياس عام 1672 م لكاسيبي بمثابة أول حساب دقيق في هذا المضمار.

منح اكتشاف كاسيبي أول تلميح مذهل من نوعه إلى مدى اتساع حجم الكون وإلى مدى ضآلة وتفاهة الأرض. فقبل كاسيبي، اعتقاد العلماء أن النجوم تبعنا بمسافة بضعة ملايين من الأميال. ولكن بعد كاسيبي، أدركوا أن أقرب النجوم إلينا تبعد بلايين إن لم تكن تريليونات الأميال!

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

مولوداً عام 1625، ترعرع جيوفاني كاسيبي Giovanni Cassini وتشَّفَّ في إيطاليا. توجهت ميوله أثناء شبابه إلى علم التنجيم، وليس الفلك، فاكتسب شهرة واسعة في هذا المجال. أهالت المئات من الناس على كاسيبي من كافة أرجاء البلاد يتلقون استشاراته، رغم أنه كتب منشورات عديدة يثبت فيها بطلان صحة التوقعات التنجيمية.

في عام 1668 م، وبعد قيامه بعدد من الدراسات الفلكية المعتمدة بما في إيطاليا، عُرض على كاسيبي منصب مدير مرصد باريس الفلكي. فقرر أن يصبح مواطناً فرنسياً وغير اسمه إلى جان دومينيك كاسيبي Jean Dominique Cassini.

هناك في فرنسا، استعمل كاسيبي تلسكوبًا متظولاًً على الجودة أني به خلسة من إيطاليا، فرافقه في جميع إنجازاته الفلكية التي جعلت منه واحداً من أشهر علماء العالم.

تضمنت هذه الاكتشافات المدد الدورية للمريخ والزحل وكذلك الفسحات الكبيرة في حلقات زحل والتي لا تزال تسمى بفسحات كاسيبي.

كان كاسيبي أول من توقع بأن الضوء ينتقل بسرعة متناهية. لكنه أحجم عن نشر دليله، بل قضى سنوات عديدة محاولاً تفنيده نظريته بنفسه. إذ كان رجلاً شديد التدين ومؤمناً بأن الضوء من بعض نور الله وبالتالي يجب أن يكون كاملاً وغير متناهٍ. ومع هذا، أثبتت جميع أعماله الفلكية صدق اكتشافه الأول - ينتقل الضوء بسرعة ثابتة ومتناهية.

مرة أخرى أصبح كاسيبي أسيراً لإيعانه الشديد بالكنيسة الكاثوليكية ونادى بكون أرضي المركز. إلا أن الكتابات الأولية لـ كبلر والجادلات الحذرة لـ كوبرنيكوس في افتراض مركزية الشمس نجحت في إقناع كاسيبي - ولو جزئياً - بهذه الحقيقة، وذلك عام 1672م.

بعد هذه الحقيقة الجديدة التي قبل بها كاسيبي على مضض، قرر حساب بُعد الأرض عن الشمس. إلا أنه كان من الصعوبة والخطورة عمل قياسات مباشرة تخص الشمس (فقد يكلّفه ذلك بصره). ولكن لحسن حظه، ساعدته معادلات كبلر على حساب المسافة من الأرض إلى الشمس وذلك بقياس المسافة بين الأرض وأي كوكب آخر.

كان المريخ قريباً على قلب كاسيبي كما كان قريباً عن الأرض، فاستعان بتلسكوبه المنظور في قياس المسافة إلى المريخ، ولكنه لم يفلح طبعاً في حساب قياس دقيق فعلي للمسافة. لكنه لو قاس الزاوية إلى بقعة معينة من المريخ في نفس الوقت من نقطتين مختلفتين على الأرض، فإنه سيتمكن من الاستفادة من هذه الزوايا وهندسة المثلثات في حساب المسافة إلى المريخ.

حتى تكون قياساته دقيقة ومضبوطة، كان على كاسيبي أن يجعل من المسافة بين نقطتيه الأرضيتين كبيرة ومعلومة بدقة. فأرسل الفلكي الفرنسي جان ريشيه Jean Richer إلى كاسيبي في غويانا الفرنسية على الساحل الشمالي لأمريكا الجنوبية، بينما بقي هو في باريس.

بدأت الليلة من شهر آب (أغسطس) عام 1672م، وينفس اللحظة بالضبط، قاس المجلان الزاوية إلى المريخ ووضعها تماماً مقابل خلفية النجوم البعيدة. وعندما رجع ريشيه بقياساته إلى باريس، تمكن كاسيبي أخيراً من قياس المسافة إلى المريخ. ثم استعمل معادلات كبلر ليكتشف أن المسافة إلى الشمس هي 87 مليون ميل (149,06 مليون كم). لقد أظهر العلم الحديث أن قياس كاسيبي خالف القياس الحقيقي بقدر 7% فقط (93 مليون ميل).

استمر كاسيبي في قياس البعد عن الكواكب الأخرى واكتشف أن زحل يبعد عن بقدار 1,600,000,000 (1,6 مليون) ميل! لقد عنت اكتشافات كاسيبي أن الكون أكبر علائين الأضعاف خلافاً لتصورات الجميع\*. .

حصائق طريفة، يبلغ قطر الشمس 1,4 مليون كم (875000 ميل). أي أنها أعرض عن الأرض بقدار 109 أضعاف تقريباً.



---

\* الحقيقة الأخرى التي كشف كاسيبي الغطاء عنها كانت إثباته أن فرنسا أصغر بكثير من المتوقع، و ذلك باستعمال خطوط الطول (حيث يعتبر أول من قاسها قياساً دقيقاً) في تقدير حجم البلاد. على الملك لويس الرابع عشر على الأمر بقوله أن كاسيبي أخذ من مملكته أكثر من الأرضي التي ظفر بها في حروب جناء - المترجم.

## البكتيريا

### Bacteria

سنة الاكتشاف 1680 م

ما هذا الاكتشاف؟ توجد كائنات مجهرية لا ترى بالعين المجردة

من المكتشفه أنتون فان ليفنهاوك Anton van Leeuwenhoek

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كما استعمل غاليليو تلسكوبه لفتح أفق الإنسان على فضاء النجوم والكواكب، فقد استعمل فان ليفنهاوك ميكروскопه لفتح وعي الإنسان على العالم المجهرى الدقيق الواقع خارج نطاق الرؤية البشرية والذي لم يكن أحد قد حلم حتى بوجوده. اكتشف فان ليفنهاوك الطليعيات والبكتيريا والخلايا الدموية والنطف والشعيرات الدموية، وأرسّت أعماله أسس علم الأحياء المجهرية وأدخلت الدراسات النسيجية والباتيّة إلى العالم المجهرى، كما وأكملت الفهم البشري للجهاز الدوراني.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد أنتون فان ليفنهاوك Anton van Leeuwenhoek عام 1632 م. في دلفت هولندا. مفتقداً لتعليم مدرسي متقدم، مارسَ فان ليفنهاوك تجارة الأقمشة واعتقد أنه سيكمل حياته في البيع والشراء.

لكن فان ليفنهاوك كان محبًا لاستطلاع العالم المحيط به ومهتمًا بالرياضيات. وبشقىف ذاتي بحث، تمكن من حصده ما يرهله من المعلومات الرياضية للعمل كمساح للأراضي إضافة إلى وظيفته الأصلية، كما قرأ ما تيسّر له عن العالم الطبيعي من حوله. لكنه لم يستقن سوى اللغة الهولندية، وهذا لم يقدر على الاطلاع على أي منشورات أو بحوث علمية—إذ كانت تنشر جمِيعاً باللاتينية أو الفرنسية.

دخلت الميكروسكوبات هولندا عام 1620 م. وكان كريستيان هويجنز Christian Huygens و روبرت هوك أول عالمين يستفيدان علمياً من هذا الاختراع المذهل. كما قاما بتصميم ميكروسكوبات ثنائية العدسات (عدستان زجاجيتان داخل ماسورة معدنية ضيقة).

استرق فان ليفهوك النظر في الميكروسكوب لأول مرة عام 1657م، فرأى ما رأى وامتدت وشائج الصدقة بينهما. جرب فان ليفهوك ميكروسكوباً ثانياً للعدسات، ولكن خاب أمله عندما لاحظ تشوه الرؤية به وضعف قدرته التركيزية. فقام بصنع أول ميكروسكوب له مستعملاً عدسة واحدة شديدة الانحناء بغية الزيادة في التكبير. وفي عام 1673م، صنع فان ليفهوك ميكروسكوباً بقوة تكبير 270 ضعفاً للحجم الأصلي، فمكنته من رؤية أشياء بطول واحد من المتر. كان ليفهوك متحفظاً جداً بشأن عمله، ولم يدع أحداً يشاهد ميكروسكوباته الجديدة.

بدأ فان ليفهوك دراساته الجهرية بأشياء يقدر أن يُركّبها على رأس دبوس - كأجزاء من فم النحل، البراغيث، شعرات الإنسان... الخ، فشرح ورسم ما رأى بتفصيل دقيق. وفي عام 1674م، طور ميكروسكوبه بما يمكّنه من التركيز على صحن مستو - فأدار اهتمامه إلى دراسة السوائل كقطارات الماء، خلايا الدم... الخ.

كانت هذه الدراسات الأخيرة لعام 1674م وراء اكتشافه العظيم. إذ اكتشف طليعاً مجهرياً (بكتيريا) في كل قطرة من قطرات الماء الذي كان يعايه، مكتشفاً بذلك الحياة الجهرية التي لا ترى بالعين المجردة. ثم وسّع فان ليفهوك من نطاق بحثه عن هذه الكائنات الدقيقة فوجدها في كل مكان: على رموش عين البشر، على البراغيث، في الغبار، وعلى الجلد، فرسمها ووصفها برسوم ممتازة دقة، كل رسماً كانت تكلّف فان ليفهوك أيام إلهائها.

وباعتباره هاوياً، كان عليه أن يحسن من معلوماته العلمية، فدأب على ذلك خلال فترة فراغه عن العمل عصراً وفي ساعات الصباح الأولى. ولكن خجله من قلة مهاراته اللغوية وتجذّبه الضعيفة (حتى في اللغة الهولندية) حال دون نشره لأية مقالات حول اكتشافاته المهمة.

وأخيراً في أوائل عام 1676م، اقتنع فان ليفهوك بجدوى إرسال رسائله ورسوماته إلى الجمع الملكي بلندن، الذي تولى ترجمتها إلى الإنجليزية. شُكّل هذا الجمع الموسّع للرسائل (التي كُتبت وجُمعت على مدى عقود) أول وأفضل خريطة إلى العالم الجهرى. فما لاحظه فان ليفهوك قوّض العديد من المعتقدات العلمية حينذاك وقدمه عقوداً - إن لم يكن قرونـاً - على باحثي زمانه.

كان أول من أشار إلى البكتيريا سبباً للعدوى والمرض (و لم يصدقه أحد لحد إثبات باستير لذلك عام 1856م). كما لاحظ فان ليفنهاوك أن بقدور الخل قتل البكتيريا وبالتالي دعا بقابليةه على تعقيم الجروح. ومجدداً، انتظر العالم قرنين من الزمان لتصبح ملاحظة فان ليفنهاوك ممارسة طيبة قياسية.

مضت 200 سنة أيضاً قبل أن يمكن أحد من تصميم ميكروسكوب أفضل من ميكروسكوب فان ليفنهاوك. ولكن بقي ميكروسكوب فان ليفنهاوك شرف اكتشاف العالم المجهري البالغ الأهمية\*.

  
حقائق طريفة: في عام 1999م، اكتشف العلماء أكبر بكتيريا على الإطلاق. إذ يامكانها النمو لغاية 0,75 ملم - أي حوالي حجم النقطة نهاية هذه الجملة. لقد فاقت هذه البكتيريا الجديدة أقرب منافساتها بائمة ضعف. فعلى سبيل المقارنة، لو كانت البكتيريا الجديدة بحجم الحوت الأزرق، فإن البكتيريا العاديّة ستكون بحجم فأر حديث الولادة.

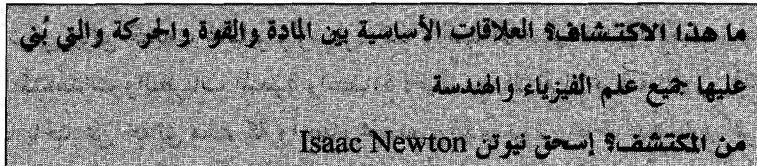
---

\* من الاكتشافات الأخرى المهمة لفان ليفنهاوك اكتشافه للنطف عام 1677م و للنمط المخطط للخلايا العضلية الهيكليّة عام 1682م - المترجم.

## قوانين الحركة

Laws of Motion

سنة الاكتشاف 1687م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تشكل قوانين نيوتن الثلاثة في الحركة صميم علم الفيزياء والهندسة. فهي النظريات الأساسية التي بُنيت عليها علومنا الفيزيائية، تماماً كما بُنيت مفاهيمنا الهندسية الحديثة على نظريات إقليدس الأساسية. فقدرياً لإتيانه بهذه القوانين واكتشافه للجاذبية وصنعه لآلية الحاسبة، اعتُبر نيوتن الذكاء العلمي الأبلغ في الألفية المنصرمة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان اكتشاف يوهانيس كبلر عام 1609م بأن الكواكب تدور في مدارات إهليلجية (ليست كروية) حول الشمس كفيلاً بإثارة قريبة العلماء من بعده، من دأبوا في إيجاد تفسير رياضي لها. فحاول روبرت هوك وجون هالي John Halley لكهما فشلاً كما فشل آخرون في هذا المضمار.

كان إسحاق نيوتن Issac Newton المولود عام 1642م في لنكولنشاير على بعد 60 ميلاً من كامبردج بإنجلترا، طفلاً صعب المراس. توفي والده قبل ولادته بثلاثة أشهر، ولم يحب زوج أمه إطلاقاً فأرسل للعيش مع جده وجده. لكن لم يُعد نيوتن عاطفة تجاه أحد - لا أمه ولا جده ولا حتى أخيه وأخته الغير الشقيقين. فكان كثيراً ما يهدد بضرفهم وحرق المنزل عليهم، وكان عالة على مدرسته بخرقه لقوانينها وأنظمتها.

قطنَ رجل واحد فقط، هو وليام ايسيكيو William Ayscough، إلى نيوغ وقدرات نيوتن. فدَبَّر له للدراسة في كلية ترينيتي بجامعة كامبردج. كونه فقيراً وغير قادر على دفع مصاريف دراسته الطائلة، عمل نيوتن خادماً للطلاب الآخرين. كان نيوتن دائم الوحدة، بالغ التكتم، بينما وصفه آخرون بالعابس والمجادل.

أغلقت كامبردج أبوابها إبان تفشي وباء الطاعون في لندن عام 1665م. فأقام نيوتن عند أخته في الريف، حيث تملّكه الإحباط جراء عزلته وفي ظل غياب الأدوات الرياضية التي يحتاجها في دراسة مفاهيم القوة والحركة التي هم بالعمق فيها. وعقد عزمه على معرفة القوى التي تسبب حركة الأجسام الساكنة أو توقف المتحرك منها.

درس نيوتن كتابات غاليليو وأرسطو، كما واكب الأعمال الجديدة لكيلر وهالي، وجمع المشاهدات والنظريات المعاصرة والمضادة أحياناً منذ الأيام الإغريقية الأولى. فدرستها ورثّها باحثاً عن حقائق مشتركة وأخطاء محتملة. وأبدى نيوتن نجاحاً مدهشاً في غربلة هذا الجبل من الأفكار وانتقاء التراث الصالح منها.

لم يكن نيوتن تجريبياً بحتاً، إذ اعتمد على التفكير وإجراء تجارب ذهنية على غرار آيشتاين. كان يقضي وقتاً طويلاً في التأمل والتفكير الداخلي قبل أن يصل إلى أجوبة مقنعة. فقد جاء على لسانه بأنه «كان يضع الموضوع نصب عينيه دوماً وينتظر حتى تدرج تباشير الفجر الأولى إلى نور الصباح المشرق».

سرعان ما أصبح لغز القوى المسببة للحركة هوساً لدى نيوتن. فرُكِّزَ على قوانين غاليليو في الأجسام الساقطة وقوانين كيلر في حركة الكواكب. وكثيراً ما أوصله قلة التوم والطعام إلى حافة الانهيار الجسدي.

بلغ نيوتن قوانينه الثلاثة في الحركة أوائل عام 1666م. فكانت اللبنة الأساسية في صنعه للآلية الحاسبة واكتشافه للجاذبية - ولكن دون أن ينشرها، حين أغراه هالي بكتابه كتابه الشهير Principia «برينسيبا - المفاهيم» بعد عشرين عاماً.

قدم جان بيكار Jean Picard عام 1648م أول قياس دقيق لحجم وكتلة الأرض. وأخيراً حصل نيوتن على الأرقام التي أحتججاها لإثبات صواب قوانينه في الحركة وقانونه في الجاذبية بما يتعلق بتوقع المدارات الحقيقة للكواكب. لكن حق لدى حصوله على البرهان الرياضي المطلوب، أخرّ نيوتن نشر كتاب Brinssia لعام 1687م وذلك بتحريض وترغيب من هالي\*\* -أغلبظن لأن روبرت هوك أدعى خطأً بأنه توصل إلى قوانين عامة للحركة. فأصبح كتاب Brinssia واحداً من أكثر المنشورات توقيراً واستعمالاً في تاريخ العلم.

\* جان بيكار (1620-1642م) فلكي فرنسي كان أول من قاس درجات خطوط الطول بدقة وقاس منها حجم الأرض - المترجم.

\*\* تتفق أغلب المصادر أن هالي ذهب إلى نيوتن لسؤاله حول قضية استعصت عليه و على هوك تعلق بالجاذبية، ليجد أن الأخير قد حلّها لنوره. فظل هالي يلح على نيوتن بنشر ملاحظاته، إلى أن جمعها في كتابه Brinssia الذي طبع على نفقة هالي الخاصة - المترجم.



حقائق طريفة: إن لكل حركة قوة مسببة لها. وقد تمكّن غاري هاردويك Gary Hardwick من كارلسbad بولاية كاليفورنيا من توليد قوة تكفي لدفع لوح التزلج بسرعة قياسية (وقوفاً) بلغت 100,66 كم/سا (62,55 ميل/سا) بتلال فونتاين في ولاية أريزونا، وذلك بتاريخ 26 أيلول (سبتمبر) عام 1998

## الترتيب في الطبيعة

Order in Nature

سنة الاكتشاف 1735 م

ما هذا الاكتشاف؟ يمكن جمع وتنظيم جميع الكائنات الحية من نباتات  
وحيوانات في ترتيب هرمي بسيط  
من المكتشف: كارل لينيوس Carl Linnaeus

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لحد القرن الثامن عشر، كان يُنظر إلى الطبيعة بأنها فيض غزير من أشكال الحياة. اضطلع كارل لينيوس بمهمة ترتيب وتنظيم هذه العشوائية الظاهرة. فقد أسدى نظامه الخاص بالتسمية والجمع والترتيب التخيلي للنباتات والحيوانات خدمات جليلة لعلم النبات والأحياء والنظم البيئية والتركيب البيولوجي، ولا يزال العلماء يعتمدون عليه بعد مضي 300 سنة.

عرفاناً بجميله، لقب كارل لينيوس بأبي التصنيف (التاكسونومي) الحديث (taxonomy) مشتقة من الإغريقية بمعنى «التسمية بالترتيب».. يمكن تلمس الدليل على تأثيره على العلم الحديث وأهميته له بطريقتين: الأولى، لا تزال العلوم جيئاً تعتمد على نظامه وطريقة تسميته اللاتينية لأنواع الموجودة والمكتشفة من الكائنات الحية - كآخر الشواهد الماثلة على هذه اللغة التي كانت يوماً ما لغة علمية عالمية. وثانياً، لم يمر أي عالم أحياء إلا واستعمل نظام لينيوس لتنظيم وفهم وتعريف ووصف جميع ما درس من أنواع نباتية وحيوانية.

كان لينيوس أول من قدم لمفهوم homo sapiens «الموموسايت» أو «جنس الإنسان العاقل» واضعاً الإنسان في رتبة الرئيسيات primates، كما كان نظامه للتصنيف نواة لمفهوم «شجرة الحياة»، حيث ينتمي كل كائن حي إلى نوع فجنس فعائلة فصنف فرتبة فصيلة وأخيراً إلى أحد عالي النبات أو الحيوان - وهو نظام شيء بأغصان وفروع وجذع الشجرة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان كارل لينيوس يكره الفرضي وعدم الترتيب. وقال بأنه لا يقدر أن يفهم أي شيء إن لم يكن مرتباً بانتظام. ولد في السويد عام 1707م، وكان من المفترض أن يصبح

كاهنا كأبيه، لكنه لم يجد استعداداً ولا رغبةً في العمل بالكنيسة، فُسمح له أخيراً بالتحول إلى دراسة الطب.

دخل مدرسة الطب بجامعة لاند عام 1727م، ولكنه قضى وقته في حديقة صغيرة خاصة ببحوث علم النبات في الجامعة أكثر من وقته في الصف. فلطالما جذبت النباتات والزهور اهتمام لينيوس منذ نعومة أظفاره. وفي عام 1728م انتقل لينيوس إلى جامعة أوبسالا - ربما جذبته حدايقتها البحثية الكبير، وهناك قرأ نشرة لعالم نبات فرنسي يدعى سباستيان فاليان Sebastian Vaillant كانت تعتبر ثورية جريئة في ذلك الوقت، جاء فيها أن النباتات تتکاثر جنسياً وأن لها أعضاءها الذكرية والأنثوية على غرار الحيوانات.

أما لينيوس، فقد راقت الفكرة. وباعتباره مُفهِّساً مهووساً، كثيراً ما اشترى من فكرة أن كل نبتة من آلاف النباتات التي شاهدها في الحديقة البحثية مستقلة بذاتها ومن صنف مغاير. فكر لينيوس بطريقة لتصنيف وترتيب هذه العدد الهائل من النباتات اعتماداً على أجزاءها التكاثرية، فولَّ حلمه في تنظيم فوضى الطبيعة.

بفضل حلاوة لسانه ولباقيه الفطرية على التعدد والتقارب من الأثيراء وذوي الشأن، تمكن لينيوس من حصد دعم مالي لمجموعة من الرحالت الاستكشافية قام بها لأجزاء متفرقة من البلاد بغرض دراسة وتصنيف الأنواع النباتية. فقضى شهوراً طوال متسلكاً في الأرياف وهو يدرس ويصف ويصنف كل نبات يعش عليه. كانت رحلاته الاستكشافية نموذجاً قيماً للنظامية والترتيب. فبدأ كل أيامه تمام السابعة صباحاً، ولم يكن يستريح إلا مرة للأكل في الثانية من بعد الظهر ومرة للراحة الجسدية بتمام الرابعة عصراً.

ركَّز لينيوس على الأجزاء التكاثرية لكل نبات يعش عليه أثناء رحلاته الاستكشافية تلك، وسرعان ما لاحظ خصائص مشتركة في الأجزاء الذكرية والأنثوية للعديد من الأصناف النباتية، فصنفها معاً في مجموعة واحدة. ثم استمر في تصنيف هذه المجموع في مجتمع أكبر فأكبر. اكتشف أن النباتات تنتمي إلى مجتمعها طبقاً لقليل من صفاتها الأساسية وبأن هناك ترتيباً فعلياً في عالم الطبيعة.

وبحلول عام 1735م، كان لينيوس قد وصف أكثر من 4000 نوعاً من النبات ونشر نظامه التصنيفي في كتاب أسماء *Systema Naturae* أو «نظام الطبيعة». وكان نظامه مؤلفاً من ثماني مستويات، هي: النوع، الجنس، العائلة، الرتبة، الصنف، الشعبة الثانوية، الشعبة والمملكة. اختلف الرأي العام حول تصنيف لينيوس المبني أساساً على الأجزاء

التناسلية للنباتات (ومن ثم الحيوانات). ولكن استساغه علماء النبات بوصفه نظاماً جذاباً سهل الاستعمال.

انتشر نظام لينيوس سريعاً في أرجاء أوروبا، وكان غالباً ما يشار إليه بشجرة بفروع عملاقة تُمثل الأصناف، مروراً بالأغصان الأدق، تمشياً لأنواع. ومن هذه الرسومات انبثق مفهوم «شجرة الحياة».

قضى لينيوس 30 سنة أخرى متوجلاً في أرجاء أوروبا ومضيفاً نباتات جديدة على تصنifie. وفي عام 1740م، أضاف الأنواع الحيوانية أيضاً. وبحلول عام 1758م كان لينيوس قد وصف وصنف 4400 نوعاً حيوانياً وأكثر من 7700 نوع نباتي.

تَوَجَّ لينيوس عمله المبدع بتقديمه لنظام التسمية الشائعة في طبعة كتابه العاشرة عام 1758م، والذي يقضي بتسمية كل نبات وحيوان بذكر نوعه وجنسه. فقد اكتشف وجود نظام بالطبيعة وطريقة لوصف هذا النظام - طريقة لا تزال في عنفوان حياتها وأوح تداوتها حتى يومنا هذا.

حقائق طريفة: إن أضخم شجرة في العالم هي جينيرال شيرمان  *Sequoia adendron* General Sherman *giganteum* الموجودة في حقل الصنوبر الوطني بكاليفورنيا. يبلغ طولها 83,82 م (9 قدم)، وبقطر 11,1 م (36 قدم)، أو 5 إنشات). تحوي هذه الشجرة على ما يكفي من الخشب لصنع 5 بلايين من أعواد الشاقب - أي عود ثقاب واحد لكل إنسان على وجه الأرض.

## ال مجرات

### Galaxies

سنة الاكتشاف 1750م

ما هي الاكتشاف؟ ليست الشمس مركزاً للكون بل جزء من عنقود تحيط  
علاقة قرصي الشكل، يطفو في الفضاء

من المكتشف؟ توماس رايت Thomas Wright وليام هيرشل William Herschel

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يمثل اكتشاف تجمع النجوم في مجرات أول تقدم حقيقي في الجهود المبذولة لوصف  
الشكل الحقيقي للكون وانتشار النجوم فيه. وكانت نظرية رايت في المجرات بمثابة أول  
عمل فلكي لا يُعرف بالشمس مركزاً للكون، لكنها جزء من تجمع عشوائي متراصٍ من  
النجوم أسماه المجرة. فدفع اكتشافه العلم خطوة جبارة نحو الأمام في سياق فهم خبايا الكون  
الفسيح والتي تُعبر فيه شمسنا وأرضنا مجرد بقع اعتيادية صغيرة. وبعد حسن وعشرين سنة،  
أجرى هيرشل دراسات ترصيدية دقيقة أثبتت صواب رايت في ادعائه.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اعتقد العلماء لآلاف السنين بأن الكون مؤلف من قشرة كروية عاملة من النجوم،  
مع وجود الأرض في المركز. ولا شيء يشغل الفراغ الشاسع بين الأرض والنجوم سوى  
بضعة من الكواكب والشمس.

خلال منتصف القرن السابع عشر، أدرك معظم العلماء أن الشمس، وليس الأرض،  
واقعة في مركز الكون الكروي. واعتقد بعض العلماء المرموقين (أمثال كريستيان هويجز\*)  
أن النجوم عبارة عن ثقوب في الفضاء المعمم يبتعد عن خلاها الضوء القادر من منطقة  
مضيئه ما من الحياة السرمدية.

\* كريستيان هويجز (1629-1695) فيزيائي و رياضي هولندي اكتشف قمر تيان لزحل عام 1655م. طور على العدسات المكّبّرة وكان أول من استعمل البندول في الساعة. أنشأ نظرية موجية للضوء على نقيس النظرية الدقائقية لنيوتن، و اكتشف اسقاط الضوء عام 1678م - المترجم.

تضافرت اكتشافات رجلين اثنين لتبين وجود عناقيد كثيفة من النجوم، تدعى المجرات. من مواليد عام 1711م، درس الإنجليزي توماس رايت Thomas Wright الرياضيات وقواعد الملاحة، ولكنه كان يهوى الفلك. شأنه شأن العديد من الفلكيين الآخرين، لاحظ رايت أن النجوم لا تتوزع بشكل منتظم في السماء، إذ بدت غيمة من النجوم الخافتة مكثفة على امتداد ما يسمى بدرب التبانة.

انزعج رايت من هذه الملاحظة. فقد آمن بأن الله خلق كونا كامل الترتيب والتنظيم، وهو ما يحتم توزيع النجوم على مسافات متساوية البعض عن بعضها البعض. فقام رايت المتعصّب بالللاعُب بالمخطلات النجمية بغية وضع النجوم بطرق منتظمة على خلاف الظاهر.

افتراض رايت إمكانية توزيع النجوم على سطح حقل من الفقاعات العملاقة. فلو كانت ضمن إحدى هذه الحلقات النجمية ونظرنا على امتداد الحلقة، فإننا سنرى نجوماً أكثر عدداً فيما لو نظرنا إليها خارجاً بشكل مستقيم. وأوحت له حلقات زحل أن النجوم يمكن أن تكون متراصّة في حلقات واسعة أو قرص قليل السمك. فلو كانت في ذاك القرص، فإننا سنرى النجوم بترتيب عشوائيّة كما نراها الآن، حتى لو كانت مرتبة بانتظام ضمن القرص.

في عام 1750م، أصدر رايت كتاباً بعنوان *An Original Theory on New Hypothesis of the Universe* أو (نظريّة مبتكرة عن افتراض جديد للكون). وكان أول من استعمل لفظة *Galaxy* أو « مجرة » لوصف الجامِع العملاق للنجوم. بعدها بخمس سنوات، قدمَ الفلكي والرياضي المشهور\*\* إيمانويل كانت Immanuel Kant ترتيباً مماثلاً للنجوم ضمن عنقود قرسي عملاق.

قرأ الفلكي الإنجليزي وليام هيرشل William Hershel (المواليد عام 1738م) نظرية مواطنه رايت بشغف. وفي عام 1785م، قرر هيرشل استعمال الطرق الإحصائية لحساب عدد النجوم. لم يستطع تعدادها جميعاً بالطبع، فقام باختيار 683 منطقة صغيرة عشوائية من السماء وبدأ بـتعداد النجوم في كل واحدة منها مستعملاً تلسكوباً بقطر 48إنشاً - وكان يعتبر تلسكوباً عملاقاً آنذاك. سرعان ما أيقن هيرشل أن عدد النجوم لوحدة مساحة السماء يزداد باضطراد كلما اقتربنا من درب التبانة حيث وصل ذروته هناك (إن عدد النجوم لوحدة مساحة السماء في أدنى عند الاتجاهات المتعامدة على درب التبانة).

\*\* وأيضاً فيلسوف ومتافيزيقي ألماني. يعتبر من أبرز مفكري عصر التوبيخ (1724-1804م) - المترجم.

عاد هيرشل إلى نظريتي رأيت وكانت من جديد، مشترطاً صحة نتائج تعداده بتجمع النجوم في كتلة عدسيّة الشكل ومن ضمنها الشمس أيضاً. فكان أول من أضاف قياسات إحصائية لاكتشاف رأيت بخصوص وجود وشكل المجرات.

حقائق طريفة، يبلغ قطر المجرة المركزية لعنقود ايل المجري 2029 (على بعد 1070 سنة ضوئية) حوالي 5600000 سنة ضوئية، أي تكبر مجرتنا درب التبانة بثمانين ضعفاً.



## طبيعة الكهرباء

### The Nature of Electricity

سنة الاكتشاف 1752 م

ما هذا الاكتشاف؟ جمع أنواع الكهرباء هي ذاتها

من المكتشف Benjamin Franklin فرانكلين

### لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تعتبر الكهرباء واحدة من أعظم مصادرنا للطاقة ومن المصادر الطبيعية القليلة. فكانت تجارب فرانكلين بمثابة أولى المغامرات العلمية إلى طبيعة واستعمالات الكهرباء والتي كشفتها على طبيعتها الحقيقية. كما نشرت البساط للعديد من التطورات العلمية والهندسية خلال القرن التاسع عشر وكذلك للفانجاري التطوري الذي شهد حقل التطبيقات الكهربائية بعد ذلك - كالبطاريات والمحركات والمولّدات والمصابيح... الخ.

### كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كل ما كان يُعرف عن الكهرباء في منتصف القرن الثامن عشر، أنها على نوعين: ساكن جذاب وصاعق قاتل. كان بنجامين فرانكلين Benjamin Franklin أول عالم يجري تجارب كهربائية جادة عام 1746 م. كما وكان أول من توقع أن الساكن والصاعق شكلان مختلفان للشيء ذاته.

أجرى فرانكلين تجاربه باستعمال أووعية لايدن - أووعية زجاجية كبيرة مملوءة بالماء للنصف ومغلقة بصفائح قصديرية من الداخل والخارج. وقد امتد قضيب خلال عازل قطني من فوهة الوعاء إلى عقدة معدنية. وعندما كان يُسحن وعاء لايدن بنزاع يدوياً، فإن كل من يمسك بالعقدة كان يشعر بوخر كهربائي.

توصل فرانكلين إلى طرق لضاغطة كمية الطاقة الكهربائية التي تولدها أووعية لايدن، وأوجد طريقة لربطها بالسلسل بحيث يمكنها مجتمعة أن تحمل شحنة قاتلة من الكهرباء.

وخلال إحدى عروضه أمام أصدقائه عام 1752 م، لامست يد فرانكلين العقدة المعدنية للوعاء بالخطأ، فتفاجأ الجميع بانتقال وميض أزرق مدوٍ من العقدة إلى يده، فدفع به

مسافة للوراء وأوقعه أرضاً. أدرك فرانكلين حينها أن هذه الرجة المدوية كانت نسخة مطابقة لبرق راعد.

قرر فرانكلين إثبات أن الساكن والصاعق من الكهرباء سيان وذلك بتصميم دائرة كهربائية شبيهة بوعاء لا يدن تسمح بانتقال الكهرباء من الغيوم كما انتقلت إلى وعاء لا يدن من قبل.

صنع فرانكلين دائرة من سلك معدني رقيق مثبت بطاولة ورقية (لجمع الكهرباء من الغيوم) ومربوط بفتيل الطائرة. وكان يفترض أن تسرى الكهرباء من خلال الفتيل إلى مفتاح حديدي كبير مربوط بأسفله، بينما ربط الطرف الآخر للمفتاح إلى شريط حريري غير موصل يمسكه بيده. وهكذا سوف تحصر الكهرباء بالمفتاح، كما انحصرت بوعاء لا يدن سابقاً.

و لما هبّت عاصفة هو جاء بعد أسبوع قلائل، هرع فرانكلين إلى طائرته الورقية. وتحت هزيم الريح العاتية وإرداد الغيوم الماطرة، التوت الطائرة في الهواء وتفرقَت بعيدة كالثور الهائج.

ثم حدث ما حدث. لا، لم يصدم برق راعد الطائرة الورقية كما أُشيع، ولم يمت فرانكلين كما مات عالم فرنسي آخر حماولاً لإعادة تجربته بعد بضعة أشهر. بل ما حدث فعلًا في ذلك العصر العاصف أن الفتيل ومض وميضاً أزرقاً خافتًا، وانتفشت أليافه. وكان فرانكلين قادرًا على رؤية الكهرباء وهي تتقاطر خلال الفتيل وكأنها مادة سائلة.

مدّ فرانكلين يده بحذر تجاه المفتاح. يا للهول! قفزت شارة إلى إصبعه وصدمته - كما حصل له مع وعاء لا يدن بالضبط\*.

الساكن والصاعق كلّاهما واحد إذن - الكهرباء السائلة!

---

\* ذكرت هذه التفاصيل من قبل جوزيف بريستلي بعد 15 عاماً. إذ كان معروفاً عن رجل الدولة والدبلوماسي والثائر والكاتب والمخترع الأمريكي بيجامين فرانكلين (المرسومة صورته على فئة المائة دولار أمريكي) أنه لم يطالب ببراءة لأي من اختراعاته العديدة كمانعة الصواعق والعدسات الثانية البؤرة و آلة الأهارمونيكا الموسيقية والقسطرات البولية المزنة والموقف المعروف باسمه. إذ كتب في سيرته الذاتية قاتلاً: «كما نستمتع نحن من الفوائد العظيمة لاحتياعات غيرنا، يجب أن نفرح بفرصة خدمة الآخرين بأي اعتکار منا، وهذا يجب أن نعمله مجاناً و بكرم» - المترجم.

كان التطبيق العملي لتجربة فرانكلين هو اختراعه لمانعة الصواعق، التي أنقذت الآلاف من المساكن والبشر على مر القرون اللاحقة. والأهم من هذا، أن عمل فرانكلين قد ألهم علماء آخرين أمثال فولتا وفارادي وأورستيد وآخرين في القرن التاسع عشر لتكميله مشواره في فك أسرار طبيعة الكهرباء.



حقائق طريفة، معروفة عن بابا ي Popeye استعماله للسبانغ في تقوية عضلاته. أما علماء اليوم فيرون في السبانغ مصدراً لتوفير الطاقة الكهربائية. فالمواد الكيميائية المستبطة من تركيب السبانغ هي ضمن المواد المستعملة لصنع الخلية الشمسية التي تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية.

## تسيطر المحيطات على الطقس العالمي

Oceans Control Global Weather

سنة الاكتشاف 1770 م

ما هذا الاكتشاف؟ بضم كميات هائلة من الحرارة خلال احیاط، تسيطر  
التيارات المحيطية الواسعة على الطقس والمناخ على اليابسة  
من المكتشف؟ بنجامين فرانكلين Benjamin Franklin

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يعتبر تيار الخليج في المحيط الأطلسي الأهم بين التيارات المحيطية بالنسبة للأرض. فهو  
بчатابة حمرّك حراري كبير، محمّل بكميات هائلة من المياه الحارّة نحو الشمال لتدفعه قارة  
أوروبا. وقد حدد للرحلات الاستكشافية والتجارة المحيطية مسارّها وأنماطها، ويعتقد أنه  
كان عاملًا حاسمًا في تحديد بداية العصور الجليدية. أخيرًا، يُعدّ الأساس في فهم أنماط النقل  
العالمي وال العلاقات المتداخلة للمحيطات والطقس والمناخ.

كان رجل الدولة والمخترع والعالم الأمريكي بنجامين فرانكلين أول من أجرى تحقيقاً  
علمياً بشأن تيار الخليج واكتشف أهميته لطقس ومناخ العالم. افستح عمله هذا دراسة علمية  
لمواضيع مثل تيارات المحيط، حرارة المحيط، تفاعل تيارات المحيط مع الرياح، وتأثير تيارات  
المحيط على المناخ. باختصار، تعتبر اكتشافات فرانكلين بداية لعلم دراسة احیاطات الحديث.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اضطلع بنجامين فرانكلين برسم خريطة لـ تيار الخليج gulf stream بهدف التسريع  
من الملاحة المحيطية. ولكنه أكمل عليه باكتشاف أن تيارات المحيط تمثل عاملًا مهمًا في  
السيطرة على المناخ والطقس بالعالم.

سبق للبحارة الاسكندين في الأوائل أن لاحظوا وجود تيارات محيطية سطحية خلال  
رحلاتهم في المحيط الأطلسي. ويعود لكل من كولومبوس\* Columbus وبونس دي

\* كرستوفر كولومبوس (1451-1506م) الرحالة الإيطالي الشهير الذي اكتشف العالم الجديد (أمريكا)  
تحت الناج الإسباني يوم 12 تشرين الأول (أكتوبر) عام 1492 م - المترجم.

ليون\*\* الفضل في وصف تيار الخليج على امتداد شاطئ فلوريدا وفي المضيق الفاصل بين فلوريدا وكوبا. بينما لاحظ آخرون تيارات شمال الأطلسي على مر القرون اللاحقة. لكن لم يقم أي منهم بجدولة هذه التيارات وتسجيلها على خرائط خاصة أو بربط الرؤى الفردية وجمعها في سياق واحد منتظم.

تقىء المسؤولون البريطانيون في بوسطن بشكوى تحريرية إلى لندن عام 1769 م مدعين فيها تأخير السفن البريطانية الصغيرة (المسؤولة عن نقل الركاب والرسائل إلى المستعمرات الأمريكية) في عورها الأطلسي متخلفة عن السفن التجارية الأمريكية بأسبوعين. فسمع المنذوب الأمريكي في لندن آنذاك، بنجامين فرانكلين، بالخبر - ورفض تصديقـه. وهذه السفن بالذات صغيرة وسريعة في الحركة، كما أنها تمتلك طاقمـاً أكثر احترافـاً قياسـاً بالسفن التجارية الثقيلة لروـد آيلـند\*\*\*.

استشار فرانكلين ربان سفينة تجارية من روـد آيلـند كانت تلقـي بحمولـتها في لندن آنذاك. فأكـد له الـريـان صحة ما حـدث لأنـ التجـار الـبحـريـن الـأمـريـكـان تـعلـموـا عـنـ مـجمـوعـةـ منـ صـيـاديـ الـحيـتانـ فيـ روـدـ آـيـلـندـ ماـ يـسمـىـ بـتـيـارـ الـخـلـيجـ،ـ والـذـيـ هوـ عـبـارـةـ عـنـ تـيـارـ يـتـقـلـ بـسـرـعـةـ 3ـ مـ/ـ ثـاـ مـنـ نـيـويـورـكـ وـنيـوـإنـجلـنـدـ شـرـقاـ نحوـ الـجـلـنـتـراـ.ـ فـرـعـ الـرـيـابـةـ الـأـمـرـيـكـانـ كـيـفـ يـعـيـلـونـ شـمـالـاـ أوـ جـنـوـبـاـ بـرـحـلـاتـ غـرـبـيـةـ تـلـافـيـاـ لـمـلـاقـةـ هـذـاـ تـيـارـ الـقـوـيـ.

قرر فرانـكلـينـ التـحـقـقـ مـنـ الـأـمـرـ.ـ لـكـهـ لـمـ يـجـدـ أـيـ إـشـارـةـ لـتـيـارـ الـخـلـيجـ عـلـىـ أـيـ مـنـ الـخـرـائـطـ الـمـعـنـيـةـ،ـ وـلـاـ فـيـ دـفـاـتـرـ الإـرـشـادـ الـمـلاـحـيـ الـبـرـيـطـانـيـةـ.ـ فـبـدـأـ بـلـقاءـ التـجـارـ وـصـائـديـ الـحـيـتانـ مـنـ روـدـ آـيـلـندـ مـسـتـفـيدـاـ مـنـ خـبـرـاـقـمـ فيـ تـسـجـيلـ وـخـطـيـطـ تـيـارـ الـخـلـيجـ.ـ كـانـ صـائـدوـ الـحـيـتانـ الـأـكـثـرـ إـلـمـاـ بـمـسـارـ تـيـارـ الـخـلـيجـ نـظـرـاـ لـتـجـمـعـ الـحـيـتانـ عـلـىـ اـمـتـدـادـ حـوـافـهـ.

وـ بـحـلـولـ عـامـ 1770ـ مـ،ـ حـضـرـ فـرـانـكلـينـ خـرـائـطـ وـأـوـصـافـ مـفـصـلـةـ هـذـاـ تـيـارـ.ـ لـمـ تـصـدـقـهـ الـبـرـيـطـانـيـةـ بـدـورـهـاـ وـرـفـضـ بـخـارـقـاـ الـأـطـلـاءـ عـلـىـ مـعـلـومـاتـهـ الـقـيـمـةـ وـالـعـمـلـ بـهـاـ\*\*\*\*.ـ وـمـعـ

\*\* بونـسـ دـيـ ليـونـ (1460ـ 1521ـ مـ) رـحـالةـ اـسـاـيـ رـافـقـ كـوـلـومـبوـسـ فـيـ رـحـلـةـ الثـانـيـةـ لـلـعـالـمـ الـجـدـيدـ اـكـتـشـفـ فـلـورـيدـاـ عـامـ 1513ـ مـ خـلـالـ بـعـثـةـ عـنـ بـرـ الشـابـ الـأـسـطـورـيـةـ -ـ المـتـرـجـمـ.

\*\*\* مـنـ الـمـسـتـعـمـرـاتـ الـبـرـيـطـانـيـةـ الـثـلـاثـةـ عـشـرـةـ الـيـ شـكـلـتـ الـوـلـاـيـاتـ الـمـعـدـدـ الـأـمـرـيـكـانـ،ـ وـاصـغـرـ لـاـيـةـ مـنـ حـيـثـ الـمسـاحـةـ -ـمـتـرـجـمـ.

\*\*\*\* رـيـماـ يـعـودـ ذـلـكـ لـعـدـمـ تـقـةـ الـجـانـبـ الـبـرـيـطـانـيـ بـفـرـانـكلـينـ الـذـيـ بدـأـ فـكـارـهـ الدـاعـيـةـ لـأـمـريـكاـ مـتحـدةـ تـبـلـورـ تـحـتـ ضـغـطـ الـأـحـدـاثـ الـيـ شـهـدـهـاـ هـذـهـ الـفـتـرةـ،ـ بـيـنـماـ كـانـ مـؤـمـناـ يـأـمـرـاـطـورـيـةـ بـرـيـطـانـيـةـ مـكـوـنـةـ مـنـ أـمـمـ ذـاتـيـةـ الـحـكـمـ لـدـىـ أـوـلـ قـدـومـهـ إـلـىـ لـنـدـنـ.ـ صـدـقـ الـبـرـيـطـانـيـونـ فـيـ مـخـاـوـفـهـمـ،ـ إـذـ التـحـقـ فـرـانـكلـينـ.

ترايد التوتر بين بريطانيا والمستعمرات الأمريكية عام 1773م، فضل فرانكلين حجب معلوماته عن البريطانيين.

قام فرانكلين بقياس قراءات منتظمة لحرارة المياه خلال كافة رحلات عبوره للأطلسي. وبحلول عام 1783م، كان قد أنجز ثمانى رحلات اختط لمسارها جيئاً بدقة مع تحديد قراءاته الحرارية على خريطة السفينة.

و في آخر رحلة له من فرنسا إلى أمريكا، طلب فرانكلين من ربان السفينة افتتاح حافة تيار الخليج، مما أدى إلى إبطاء مسار الرحلة نتيجة لتراجع السفينة، مستعملاً حرارة المياه الدافئة داخل التيار وحرارة المياه الباردة خارجه لتحديد حدوده.

كما سمح الربان لفرانكلين بقياس درجات الحرارة السطحية وتحت السطحية (20-40 فانوما\*\*\*\*). وكان فرانكلين أول من قاس عمق (و بالتالي حجم) تيارات المحيط.

اكتشف فرانكلين أن تيار الخليج يصب كميات هائلة من المياه الحارة (الحرارة) من مناطق الكاريبي المدارية إلى شمال أوروبا لتدفئة مناخيها. وبدأ بدراسة العلاقة بين الرياح والتيار وبين تيارات المحيط والطقس. خلال النشرات المختصرة التي كتبها في وصف بياناته عن تيار الخليج، جذب فرانكلين انتباه واهتمام العلماء لتيارات المحيطات وتأثيرها على المناخ الأرضي.

كان وصف فرانكلين لتيار الخليج الأكثر تفصيلاً حين عام 1814م عندما نشر العالم الألماني ألكسندر فون همبولت Alexander von Humbolt كتابه عن تيار الخليج استناداً على قياسات 20 رحلة عبر له للمحيط الأطلسي. تمثل هاتان الدراسات بداية لعلم دراسة المحيطات الحديث.

حقائق طريفة: إن تيار الخليج أكبر من أمهر المisisسي والنيل والكونغو والأمازون والفولغا واليانغتزي مجتمعة.



---

بالثورة لدى اندلاعها وبوصفه سفيراً جديداً في فرنسا، ضمن الدعم الفرنسي للثورة الأمريكية الذي كان عاملاً رئيساً في تحقيق الاستقلال - المترجم.  
\*\*\*\*الفانوم هي وحدة قياس لعمق البحر مقدارها 6 أقدام - المترجم.

# الأوكسجين

Oxygen

سنة الاكتشاف 1774 م

ما هي الاكتشاف؟ أول غاز يفصل ويُعرف كعنصر فريد  
من الاكتشاف؟ جوزيف بريستلي Joseph Priestley

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

أشعل اكتشاف بريستلي للأوكسجين فتيل ثورة كيميائية. فكان أول شخص يستبط عصراً غازياً واحداً من خليط الغازات المعروف بـ«الهواء»، في حين كانت الاكتشافات العلمية فيه مقتصرة على المعادن. وباكتشافه أن الهواء ليس منتظماً كما أشيع، جعل بريستلي من الغازات والهواء مادة دسمة للدراسة.

نظراً لكون الأوكسجين عنصراً محورياً في عملية الاشتعال، فقد أدى اكتشاف بريستلي إلى فهم معنى أن يتحقق شيئاً ما في المفهوم العلمي وكذلك فهم تحويل المادة إلى طاقة عبر تفاعلات كيميائية.

وأخيراً، قدم بريستلي عملية بسيطة ولكن جذابة ومؤثرة في تحليل الغازات الجديدة والعناصر الغازية المعروفة. ما كان شكله؟ هل يمكن أن يحرق (شععة أولاً ثم شظايا خشبية)؟ هل سيُقي على حياة فأر؟ هل يُمتص في الماء؟

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان حضرة جوزيف بريستلي Joseph Priestley المجلّ مهتماً بالهواء أكثر من واجباته الكنسية. ولا عجب، فالهواء واحد من العناصر التقليدية الأربع (مع النار والماء والتراب) المذكورة في الكتاب المقدس. ولكن ما ابتعاه بريستلي كان مختلفاً تماماً - فقد أراد معرفة تركيب الهواء.

كتب علماء آخرون عن صنعهم لغازات جديدة بشكل فقاعات خلال تفاعلاً them الكيميائية. فوصفها بعضهم بـ«الغازات الغير الأولية» التي استجمعت ضغطاً كافياً لشحير الأوعية المخبرية الرجاجية ومضاعفة احتراق الخشب، لكن دون أن يفلح أي منهم في استخلاص دراسة هذه الغازات الجديدة.

تصاعدت وساوس بريستلي بهذا الخصوص، ووْجد نفسه مضطراً لاقتفاء ودراسة هذه الغازات الغريبة الموحشة.

في أوائل عام 1774م، قرر بريستلي أن الطريقة الوحيدة لعزل ودراسة هذه الغازات الجديدة هي بمحصرها تحت الماء في وعاء زجاجي مقلوب مملوء بالماء ومفرغ من الهواء.

فعزم على البدء بحرق مادة الزئبق الصلب *mercurius calcinatus* ومن ثم دراسة الغاز الذي قيل أنه سيتّبع عن التفاعل.

في الأول من آب (أغسطس) سنة 1774م، استعمل بريستلي عدسة مكّبرة قوية لتركيز ضوء الشمس على قبّينة تحتوي على بودرة من مادة *mercurius calcinatus*. وكانت القبّينة مسدودة بواسطة سداد فلبي، مع وجود أنبوب زجاجي يربطها بجوض غسيل مليء بالماء يحتوي على أوعية زجاجية مملوئة هي الأخرى بالماء ومقلوبة على قاعدة سلكية شبّكية. كان أنبوب بريستلي الزجاجي ينتهي تحت الفوهه المفتوحة لإحدى القناني بحيث تصاعد الغازات المنبعثة وتتحصّر في الوعاء الزجاجي ذاك.

عندما سخن بودرة الزئبق الصلب، بدأت فقاعات واضحة بالتصاعد من نهاية الأنبوب الزجاجي، وبدأ الوعاء بالامتلاء. حصد بريستلي ثلاثة قناني من الغاز ليكون بذلك أول إنسان يصطاد هذا الغاز المريب. ولكن ما كان ذلك الغاز؟

رفع بريستلي إحدى القناني بحذر من الماء، ووضع شمعة متقدّة تحت فوهته مباشرة. فتحول الضوء الخافت حول فييل الشمعة إلى كتلة متوجّحة من النار. فعلًا، صدق من قال أن بمقدور هذا الغاز الغريب أن يجبر المواد على الاحتراق بشدة.

قلب بريستلي وعاءً جديداً مملوءاً بالهواء الاعتيادي على الشبكة السلكية بجانب وعاء ثانٍ يحتوي على الغاز الغامض. فوضع فأراً في كل منها، وبدأ يرافق. كافح الفار الموضع بقبيبة الهواء الاعتيادي في تنفسه بعد 20 دقيقة، في وقت ارتاح فيه جاره في قبّينة الغاز الغامض بتنفسه ولدّة فاقت 40 دقيقة!

لم يجد بريستلي ما هو أفضل من تسمية «الغاز النقي» لوصف هذا الغاز المدهش. وقام برفع وعاء من «الغاز النقي» بحذر من حوضه، ثم وضع أنفه بفوهة الوعاء الواسعة، فلاحظ أزدياداً في خفقان قلبه. أخيراً، وهو مغمض العينين، استجمعت شجاعته وأستشق بكمال قواه. لم يشعر جوزيف بأي اضطراب غير طبيعي في تنفسه. فجرّب ثانية، وعلى العكس،

شعر بالكثير من الراحة والحيوية هذه المرة. وبقي تنفسه سلساً وخفيفاً بشكل ملحوظ بعد ذاك.

على أية حال، تكفل عالم آخر من باريس يدعى أنطوان لافوازيه Antoine Lavoisier بتسمية غاز بريستلي الذي اسمه المعروف اليوم: الأوكسجين.\*

حقائق طريفة، بغياب الأوكسجين، تبدأ عملية الموت البيولوجي في غضون 3 دقائق. ولا يزال بطل العالم في الغوص بيدين فيراراس Pipin Ferreras يحافظ بالرقم القياسي لسلك النفس بمقدار 8 دقائق و58 ثانية.



---

\* اشتقاقاً عن الإغريقية بمعنى "مولد الحموضة"، لأن لافوازيه ظن خطأً أن هذا الغاز يدخل في تركيب جميع الأمراض - المترجم.

## البناء الضوئي

### Photosynthesis

سنة الاكتشاف 1779م

ما هي عملية البناء الضوئي؟ تستعمل النباتات ضوء الشمس في تحويل ثاني أوكسيد الكربون بالهواء إلى مادة نباتية جديدة  
من المكتشف؟ يان إنغينهاوس Jan Ingenhousz

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

البناء الضوئي هي العملية التي تقود الإنتاج النباتي في جميع أنحاء الأرض، كما وتنتج معظم ما نستنشقه من أوكسجين في الهواء. تعتبر النباتات وعملية البناء الضوئي عناصر رئيسية في دورة الأوكسجين الضرورية لحياة الإنسان والثدييات الأخرى.

باتكتشاف عملية البناء الضوئي، ساهم يان إنغينهاوس في إثراء فهمنا لوظيفة النباتات على الأرض ووسع من مدارك أولى العلم في فهم غازين جوين أساسين: الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون. كما وتدبر العلوم الحديثة للهندسة النباتية والمخابيل لهذا العالم بتأسيسهما.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد يان إنغينهاوس Jan Ingenhousz بمدينة بريدا الهولندية عام 1730م. وبعد إتمام دراسته للطب، قفل راجعاً إلى مسقط رأسه - بريدا - لمواصلة حياته المهنية.

اكتشف جوزيف بريستلي الأوكسجين عام 1774م وأجرى تجارب مثيرة على هذا الغاز الغير المألوف الجديد. ففي إحداها، قام بريستلي بإدخال شمعة متقدمة إلى وعاء محظوظ على الأوكسجين النقي، وأبقى على اشتتعالها لحين استُنفِدَ جميع الأوكسجين وانطفأت الشمعة تلقائياً. ودون السماح بدخول أي هواء جديد إلى الوعاء، أدخل إليه بريستلي غصينات من النعناع الطافية في قدر ماء، وذلك ليستطع فيما لو أن نبات النعناع سيموت في هذا الهواء «السي». لكن عاش النعناع على خلاف توقعه! بعد شهرين، وضع فأرا في الوعاء، فعاش بدورة - دلالة على إرجاع نبات النعناع للأوكسجين إلى داخل الوعاء. ولكن لم تنجح هذه التجربة مع بريستلي دائمًا، فسلم بأنها لغز محير وانتقل إلى تجارب أخرى.

قرأ إنغيهاؤس عن تجارب بريستلي عام 1777م، فرأقته وسلبت له لثة. قرر بعدها أن يحقق ويشرح في لغز بريستلي.

خلال العامين التاليين، أجرى إنغيهاؤس ما يقارب 500 تجربة، واضعاً في نظر الاعتبار جميع التغيرات والاحتمالات الممكنة. فابتكر طريقتين للحصول على الغاز الذي ينتجه النبات، تقضي إحداهما بمحرر النبات في حجرة مغلقة، والثانية في غمرة بالماء.

استعمل إنغيهاؤس كلتا الطريقتين، لكنه رأى من الأسهل جمع ودراسة الغاز المتجمد تحت الماء على شكل فقاعات صغيرة. وفي كل مرة يجمع فيها الغاز المتجمد من قبل النبات، كان يتحقق فيما لو كان مساعدًا لاشتعال هيب الشمعة (الأوكسجين) أم مساعدًا لإخماده (ثنائي أوكسيد الكربون).

اندهش إنغيهاؤس بجمال وتناسق اكتشافه. يستنشق الإنسان الأوكسجين ويستخلص من ثاني أوكسيد الكربون، بينما تقوم النباتات بعكس العملية نوعاً ما. إذ قامت النباتات المعرضة لضوء الشمس بامتصاص ثاني أوكسيد الكربون المطروح من قبل الإنسان وأنتجت الأوكسجين النقي لنا لتنشره، في حين قامت النباتات الموجودة في الظل أو أثناء الليل بعكس العملية. فكانت تصرف كالبشر، تنتص الأوكسجين وتنتفع ثانياً أوكسيد الكربون.

بعد مئات التجارب، أوضح إنغيهاؤس بأن النباتات تنتج كميات من الأوكسجين أكبر بكثير من امتصاصها له. فكانت النباتات المغمورة في الماء تنتج كميات مستمرة من الأوكسجين على شكل فقاعات عند تعريضها لضوء الشمس المباشر، بينما توقف إنتاج الفقاعات أثناء الليل. أما النباتات المروكة لفترات طويلة في الظلام، فأنتجت غازاً قادراً على إخماد اللهب. عندما نقلت النباتات ذاتها إلى ضوء الشمس المباشر، أنتجت غازاً حواله حجرة متقدة إلى جحيم مستعر - أنتجت الأوكسجين من جديد.

أظهر إنغيهاؤس اعتماد إنتاج الغاز على ضوء الشمس، واستمر بتجاربه معلناً عدم إنتاج النباتات لأية كتلة جديدة (ورقة أو جذع أو غصن) بامتصاص المادة من التربة (كما ظن الآخرون)، إذ لم تفقد التربة أياً من كتلتها مع نمو النبات. فأستنتج بأن النمو الجديد للنباتات مصدره ضوء الشمس. تقوم النباتات، إذن، بأخذ ثاني أوكسيد الكربون من الهواء وتحوله إلى مادة تركيبية جديدة بوجود ضوء الشمس.

اكتشف إنغيهاؤس عملية البناء الضوئي، مبرهناً أن النباتات تكون كتلة جديدة لها «من الهواء» بشيئ ثانٍ أوكسيد الكربون مع ضوء الشمس. ونشر نتائجه عام 1779م

بكتاب اسماه *Experiments Upon Vegetables* أي «تجارب على الخضروات». أما لفظة *Photosynthesis*, المشتقة عن الإغريقية بمعنى «البناء الضوئي»<sup>\*</sup>, فقد أُبتدعت لاحقاً بسنوات.

حقائق طريفة، تنمو بعض أنواع الخيزران بمعدل 91 سم (3 أقدام) باليوم.  
إِمْكَانُكَ رَؤْيَاكَ نُورًا!



---

\* قد يكون معروفاً لكثير منا أن هذه العملية تجري بواسطة صبغة الكلوروفيل chlorophyll بالأساس، لكن ما لا يعرفه الكثيرون أن هناك تشابهاً تركيبياً بينه وبين هيموغلوبين الدم عند الحيوانات. إذ كلاهما مشتق عن الـ(بورفيرين) مع احتواء الكلوروفيل على المغنيسيوم بدل الحديد الموجود بالهيم (أمر مثير للانتباه!) – المترجم.

## حفظ المادة

### Conservation of Matter

سنة الاكتشاف 1789 م

ما هذا الاكتشاف؟ ؟ تبقى الكمية الكلية للمادة (الكتلة) ثابتة دائماً بغض النظر عن التغيرات الكيميائية والفيزيائية الطارئة من المكتشف؟ أنطوان لافوازير Antoine Lavoisier

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كان لافوازير أول كيميائي يؤمن ببدأ الـ *measurement* أي «القياس» قبل وبعد التجارب، في حين كان من أسلافه من الكيميائيين يعتمد على الـ *observation* «المراقبة» والـ *description* «الوصف» للتفاعلات التجريبية. بقياسه الدقيق لوزن المواد، اكتشف أن المادة لا تُفنى ولا تستحدث خلال التفاعل الكيميائي ولكن قد تتغير من حالة لأخرى. لا يزال العلماء يستعملون هذا المبدأ كل يوم ويسمونه «حفظ المادة».

كما وأرسى عمل لافوازير لأسس وقواعد علم الكيمياء الحديث. عمل لافوازير كثيراً على المواد الغازية، معطياً للأوكسجين اسمه المعروف (في حين اكتشف جوزيف بريستلي الأوكسجين واسمه الغاز النقي)، ومكتشفاً أن الأكسجين يشكل 20% من الغلاف الجوي. يعتبر لافوازير بحق أباً للكيمياء الحديثة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في ربيع عام 1781م، ترجمت زوجة الفرنسي أنطوان لافوازير Antoine Lavoisier، السيدة ماري، نشرة علمية للعالم روبرت بويل من اللغة الإنجليزية إلى اللغة الفرنسية. جاء في هذه النشرة وصف لتجربة على مادة القصدير لاحظ فيها بويل تغيراً غير مبرر لوزن القصدير لدى تسخينه. أقنع بويل -أسوة بمعظم العلماء الآخرين- بأن الوزن الزائد قد «استُحدث» خلال تجربته الكيميائية.

سخر لافوازير من الفرض الاستحداث أو فقدان الغامض للكتلة (الوزن) خلال التفاعلات الكيميائية. وأقنع بأن الطريقة التجريبية التقليدية للكيميائيين كانت غير وافية بالغرض، حيث اعتمد الكيميائيون على «المراقبة» و«الوصف» الدقيقين للتغيرات الطارئة

على المواد خلال إجراء تجاربهم، بينما طالب لافواريزه بتسجيل ما يمكن قياسه. وكان الوزن من الخصائص التي طالما استطاع قياسها.

قرر لافوازيه إعادة تجربة بويل، وبالتالي قياس الوزن بدقة واكتشاف مصدر الوزن الزائد. فوضع صفيحة صغيرة من القصدير على كفة ميزانه الرقيق وفاس وزنه. ثم وضع الصفيحة في دورق زجاجي مقاوم للحرارة وسدّ فتحته ضماناً لتضمين التفاعل بأكمله داخل الدورق. فاس وزن الدورق (و الصفيحة التي تحتويه) قبل وبعد تسخينها. ولاحظ اكتساع الصفيحة بطبقة ثخينة من الكلس (على شكل بقعة رمادية فاتحة) لدى تسخينها- كما وصف بويل تماماً في تجربته.

الآن، أطفأ لافوازيه المسخن وأنظر الدورق حتى يبرد ثم قاس وزنه من جديد. لم يتغير وزن البوتفقة قط. فحاول لافوازيه استطلاع ما جرى، وفتح البوتفقة مؤدياً إلى دخول سريع للهواء كما لو أن هناك فراغاً جزئياً. رفع أنطوان الصفيحة المكسوة بالكلس وقاس وزنها. فلاحظ ازدياد وزنها بقدر غرامين (كما حصل في تجربة بويل).

استنتج لافوازيه أن الوزن سببه الهواء داخل البوتقة وهو ما يفسر الدخول السريع للهواء الجديد عند فتحها. اكتسبت صفيحة القصدير غرامين في وزنها لدى امتزاجها بالهواء لتكوين طبقة الكلس. وعند فتح البوتقة، دخل غرامان جديدان من الهواء لاستعاضة الهواء المتصل في تكوين الكلس.

و ياجرائه التجارب أخرى أيقن لافوازيه بأنه اكتشف ما هو أهم من ذلك بكثير. أعتقد بويل بإمكانية «استحداث» الوزنـ أو المادةـ خلال تجربـ كيميـ، ولكن أثبت لافوازـه بأنـ المادةـ لا تستـحدثـ ولا تـفنـ بـواسـطةـ تـفاعـلـ كـيمـيـ. فـهيـ تـأـتـيـ دـوـمـاـ مـنـ مـكـانـ ماـ وـتـذـهـبـ لـمـكـانـ ماـ يـكـنـ لـلـعـلـمـاءـ الـاهـتـدـاءـ إـلـيـهـ فـيـمـاـ لـوـ اـعـتـمـدـواـ عـلـىـ قـيـاسـاتـ دـقـيقـةـ.

لقد تم اكتشاف المبدأ المهم لحفظ المادة. لكن دون أن ينشره لفوازيه لغاية إصداره  
مؤلفه الكيميائي المعروف عام 1789 م.

حقائق طريفة: سميت كوبك الكور Fornax الشهيرة تكريماً للكيميائي  
الفرنسي أنطوان لفوازيه الذي أُعدم بالمقصلة إبان الثورة الفرنسية عام

\* 1794 م.



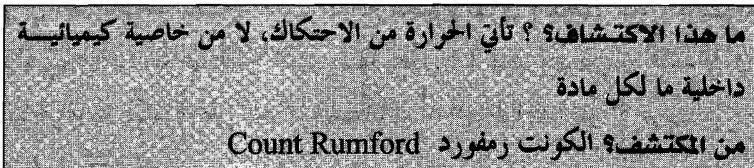
---

\* أطلقها دي لاكيلا نسبة إلى الكور (الفن) الذي أوضح فيه صديقه لفوازيه المفهوم العلمي ل الاحتراق، و  
الذى قطع رأسه ظلماً من قبل رجالات الثورة بتهمة العمل لصالح الملكية. رثاه الرياضي لاجرانج (الذى  
كان أحد الواشين به) عندما يقوله الشهير: «لزمههم لحظة فقط لقطع رأس يمكن ألا تخود فرنسا بحظه قرناً من  
الزمان». بعد عام و نصف، أصدرت الحكومة تبرئة بمحنة و لكن بعد أن راح أبو الكيماء في أوج عطائه  
و هو لم يتجاوز الخمسين - المترجم.

## طبيعة الحرارة

The Nature of Heat

سنة الاكتشاف 1790 م



ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

آمن العلماء بأن الحرارة عبارة عن سائل غير مرئي عديم الوزن يدعى *Caloric* «السعري». فالأشياء الحارة محشوة بالسعري، ويتقلل السعري من البارد للحرار. كما وآمنوا بوجود مادة غير مرئية أخرى تدعى *phlogiston* «الفلوجستون» مسؤولة عن عملية الاحتراق، وتتدخل في تكوين المواد القابلة للاحتراق. فبحرقها، يتحرر الفلوجستون إلى الهواء، وينتهي الحريق بفقدان جميع معينها من الفلوجستون.

حالت هذه المعتقدات الخاطئة دون فهم العلماء لطبيعة الحرارة والأكسدة (بضمنها عملية الاحتراق)، وعطلت تقدم علوم الفيزياء كثيراً، حتى جاء الفرج على يد بنجامين ثومسون، الذي أسي نفسه الكونت رمفورد، فحطّم هذه الخرافات واكتشف مبدأ الاحتراك الذي أدى إلى فهم صحيح لطبيعة الحرارة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1790 م كان الكونت رمفورد Count Rumford (37 عاماً) يعمل في خدمة ملك بافاريا\* كمستشار عسكري. وكجزء من واجباته، كان مسؤولاً عن صنع السلاح المدفعي الملكي.

من مواليد ماساشوسيتس باسم بنجامين ثومسون Benjamin Thomson، عمل رمفورد جاسوساً بريطانياً خلال حرب التحرير الأمريكية، ثم تجسس على البريطانيين لصالح البروسيين، وأخيراً، فرَّ إلى بافاريا عام 1790 م مغيّراً اسمه إلى الكونت رمفورد\*\*.

\* هي أكبر ولايات ألمانيا و تضم العاصمة ميونيخ - المترجم.

كان مصنع المدافع مكاناً كثیر الصخب، دائم الضجيج. فهنا تطرق أطر العجلات المعدنية وأقواس الامتطاء، وهناك تصدر الخزانات الكبيرة صفيرًا حادًا وبخاراً كثيفاً منبعاً من الصفائح المعدنية الملوحة أثناء تبریدها في المياه الباردة داخلها.

و في أحد أحجحة المصنع، كانت المدفع الكبيرة تُطرق وتلجم، كما وكانت المعادن المذابة تُصب في قوالب عملاقةـ الكثير منها بطول 12 قدماً وعرض 4 أقدام. في حين عملت الخراّمات الكبيرة على قلع لب سبطانات المدفع الواحدة تلو الأخرى.

لما كانت حديدة الخراّمات تسخن بشكل خطير أثناء عملها، فإن المصنع كان مزوداً بجدار من الماء لتبریدها ومنع تلفها وإذابتها. فيصدر صفير خاص وينبعث بخار متوج من سبطانات المدفع باتجاه السقف العلوي للمصنع، حيث كان يتکثّف ويقطّر على العمال من تحت.

ياحدى زياراته، أدرك رمفورد أن كميات كبيرة من الحرارة قد تسربت إلى الهواء والماء من سبطانات المدفع. وكان العلماء يعتقدون حينذاك بأنّه كلما ازدادت المادّة سخونة، يزداد محتواها من السعرى. فقد تحرّر السعرى إذن إلى كل مكان بالمصنع ليُسخن كل ما يلامسه.

تعجب رمفورد كيف هذه الكمية الهائلة من السعرى (الحرارة) أن تبعث من معدن سبطانة مدفع واحدـ خصوصاً وأن سبطانات المدفع بدأ باردة فعلاً عند بدأ عملية خرمها!

قرر رمفورد أن يستطلع كم من السعرى احتوته كل سبطانة وأين يُخزنـ فصمّم جرناً كبيراً لجمع كل الماء المُنْصَبّ من سبطانة المدفع خلال تخريجهـ بغية قياس الزيادة في حرارتهاـ أمر رمفورد باستعمال خراطيم المياه الإضافية أيضاً لرش الخراّمات أثناء عملها تلافيـاً لتكوين البخارـ إذ لم يرد أن يفلت أي جزء من السعرى على شكل بخار لا يقدر على حصره وقياسه.

---

\*\* حياة الكونت رمفورد مليئة بالتناقضات في الحقيقة، لعل آخرها رحيله من بافاريا إلى فرنسا و زواجه المفاجي من أرملة العالم أنطوان لافوازيهـ السيدة ماري لافوازيهـ و الذي لم يدم طويلاً بسبب إلهاج الأخيرة على التمسك باسم زوجها الأولـ أغلبظنـ المترجمـ

بدأت عملية التخريم بزعقات مدوية. وبينما بدأت خراطيم المياه في رش حديدة الحرّامات مؤدية إلى توهجه، انساب وابل من المياه الساخنة بعمق ثماني إنشات خلال الجرون الضيق ماراً أمام الكونت ومحاريره.

جفل الكونت في مكانه. لقد أنسابت كمية من السعرى من سبطانة المدفع تلك أكثر مما يمكن أن تخيله حتى في أغرب أحلامه. بل لا تزال تجري أمامه بدرجة تفوق الخمسين على المقاييس السيليزية.

وأخيراً انقضت أسارير الكونت أمام شيء ما خاطئ يحدث ذلك اليوم. لقد فقدت سبطانة المدفع توأّ كمية من السعرى (الحرارة) تكفي أن تحوّله إلى جحيم من المعدن السائل بآلاف الدرجات السيليزية. لقد بدا له مستحيلاً أن يحفظ هذا المعدن بكل هذا المخزون من السعرى.

راقت رمفورد العمال وهم يعودون إلى تشغيل حرّاماتهم والعمل مجدداً، وأدرك بأن ما شاهده عبارة عن «حركة». فأثناء حركة حديدة الحرّامة على معden السبطانة، تتولّد الحرارة. تتحول الحركة إلى حرارة، إذن!

نسميه اليوم الاحتكاك *friction* ونعرف أنه من المصادر الأولية للحرارة. ولكن في عام 1790م، لم يصدق أحد بنظرية الكونت رمفورد الجديدة عن حرارة الاحتكاك وتركتوا بمفهوم السعرى لخمسين سنة أخرى.

حقائق طريفة: يُعزى للاحتكاك مع جسيمات الهواء احتراق الشهب والبيازك لدى دخولها الغلاف الجوي. وهو الاحتكاك ذاته الذي أجبر الناس على تبليط قاع كل مكوك فضاء بمناسن من البلاط السيراميكيّة العازلة للحرارة. وكان فشل إحدى هذه البلاط سبباً لانفجار مكوك كولومبيا *Columbia* عام 2004م.



# تعرية الأرض

Erosion of Earth

سنة الاكتشاف 1792م

ما هذا الاكتشاف؟ ؟ يشكّل سطح الأرض بفعل قوى جيارة تعمل ببطء  
واستمرار على بنائه وتعريرته  
من المكتشف؟ جيمس هتون James Hutton

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كان علماء القرن الثامن عشر لا يزالون يؤمنون بأن سطح الأرض بقي على حاله ل حين حدوث كوارث جسيمة (لعل أشهرها فيضان نوح) غيرت وجه كوكبنا بشكل جذري ومفاجئ. فحاولوا جاهدين فهم تراكيب سطح الكوكب من خلال البحث عن هذه الأهوال القليلة. أدت محاولات دراسة الأرض وتاريخه وعمره استناداً على هذا المفهوم إلى أفكار طائشة وبعيدة تماماً عن الصواب.

اكتشف جيمس هتون بأن سطح الأرض في تغير مستمر بطيء - فالأرض تتطور كالكائنات الحية التي تحضنها. واكتشف العمليات التي تبني سطح الأرض وتقوّضه بالتدريج، مما ساعدنا على فهم عمر كوكبنا الأعم وأمهّد لظهور علوم الأرض بحلتها الجديدة المعروفة الآن.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

خلال الثمانينيات من القرن الثامن عشر، قرر الطبيب المشرف على التقاعد صاحب السبعة والخمسين عاماً والمزارع (والجيولوجي الهاوي) جيمس هتون James Hutton أن يحاول التطوير في الافتراضات الغربية التي تقدّم بما العلماء الآخرون عن عمر الأرض. فبدأ بدراسة صخور بلاده إسكتلندا ليرى إن كان قادراً أن يستشف منها حقيقة أوضح عن عمر الأرض.

تدرّع الرجل الطويل التحيل تلال بلاده الخضراء الشديدة الانحدار بخطوطات متزمرة متبااعدة، وسرعان ما شكل بصحة النظرية الجيولوجية المعروفة بالـ *catastrophism* أو «الكارثية»، مؤداها أن جميع التغيرات الطارئة على سطح الأرض سببها تغيرات عنيفة

مفاجئة (كوارث) - «الفيضانات الجبارات تحت الوديان في ساعات. قوى اللّي الدافعة الجبارات أرست الجبال بين ليلة وضحاها». أدرك هنون أن لا حدث كارثي يمكنه أن يفسر وجود تلال شديدة الانحدار ووديان متعرجة كالتي رآها ودرسها تواً.

أن تناول بخطأ نظرية معروفة شيء، ولكن أن تبرهن خطأها أو تقترح نظرية بديلة أفضل تفسيراً لطبيعة سطح الأرض شيء آخر تماماً. وسع هنون من نطاق بحثه محاولاً اكتشاف القوى الفعلية وراء تكوين التلال والجبال والوديان والهضاب على سطح الأرض.

في أواخر ذلك الصيف، وصل هنون إلى جدول مائي صغير ينحدر من واد سحق شديد الانحدار. دون تفكير، انخنى والتقط ملء قبضته من الحصى والرمل عند قاع الجدول. ولما غربل هذه الحصى الصغيرة بين أصابعه، أدرك أنها المحرفت مع تيار الماء وتفتت أثناءها إلى قطع أصغر فأصغر. فموطنها ليس هنا، بل هناك في مكان ما من على سلسلة المرتفعات المقابلة.

كان جدول الماء يحمل التراب والأحجار من قمة التل إلى قاع الوادي. وهو بذلك يعيد صياغة منحدر التل - لكن ببطء، حبة حبة، يوماً بيوم وليس بالعنف والكارثة التي وصفها الجيولوجيون.

أدرك هنون أن الأرض قد تشكلت ببطء وليس بين ليلة وضحاها. فمياه الأمطار المنحدرة من التلال تحرف معها أجزاء من التربة والصخور، فتصبها في جداول، تأخذها بدورها إلى السهول.

تيارات الماء حفرت الأرض جداول وأخداد وودياناً على أقل من مهلها. وعلى نفس الوبورة حفرت الرياح التلال. قوى الطبيعة تشق الأرض وتسويبها في كل صوب وحدب، تاركةً جراحها مفتوحة تحت رحمة قوى أخرى تعقبها، وهكذا دوالياً على مر قرون لا تخصى من عمل دووب لا هوادة فيه من فعل الرياح والمياه.

ثم توقف فجأة. لو كان ما أفترضه صحيحاً، فلم تقدم الطبيعة الأرض تماماً حتى الآن؟ لم تندثر الجبال والتلال؟ لا بد أن تكون هناك قوة أخرى تبني الأرض على نقيس قوى الطبيعة الهدامة. ظل جيمس هنون متوجلاً ومفكراً في هذه المسألة لأيام. ما الذي بني الأرض؟ وأخيراً راودته فكرة ما: إن الحرارة في لب الأرض تبني الجبال والتلال وذلك بدفعها نحو الأعلى.

أُرسست سلاسل الجبال عالية بقوة دفع حرارة الأرض لها، بينما تقوم الرياح والمياه بتعريفتها وإنزالتها من جديد. وبدون بداية أو نهاية حقيقة، فإن هاتين القوتين تتضادان في توازن ديناميكي على مر دهور (باعتبارها المقياس الزمني الحقيقي للدراسات الجيولوجية).  
بهذا الاكتشاف العظيم، غير جيمس هتون نظرية الجيولوجيين إلى الأرض وعمليةها إلى الأبد، كما وغير تماماً الحس البشري حول تقدير المقياس الزمني اللازم لحدوث هذه التغيرات جمعاء.

**حقائق طريفة:** قبل ملايين السنين الغابرة، عرّت المياه الجارية سطح المريخ، تاركة الأحاجيد والضفاف وقيعان الأنهار اليابسة التي رآها العلماء هناك. أما الآن، فإن الغلاف الجوي للمريخ من الرقة ما يجول دون احتفاظه بالماء السائل. فكوب الماء في المريخ سيتبخر حالاً ويختفي محملاً على الرياح الشمسية هناك.



## التلقيحات

### Vaccinations

سنة الاكتشاف 1798 م

ما هذا الاكتشاف؟ يمكن حماية الناس من المرض وذلك بحقنهم بجروعتين  
خفيفة من ذات المرض الذي يحاولون تجنب الإصابة به.

من المكتشف السيدة ماري وورتلي مونتاغو Lady Wortley Montagu

Edward Jenner Mary

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

هل سبق وأصبحت بالجدري؟ شلل الأطفال؟ التيفوئيد؟ ربما لا.

على أية حال، تعودت البشرية يوماً ما على الإصابة بهذه الأمراض المعدية بشكل وبائي كثيراً ما كان يوصف بالطاعون - و الذي لم يكن بدورة بريئاً من الفتك بالمجتمعات البشرية على غرار سابقاته. ويعزى لهذه الأوبئة قتل ما يقارب نصف سكان أوروبا خلال القرنين الرابع عشر والخامس عشر الميلاديين.

كانت الخصلة السنوية لضحايا الجدري وحده 100000 قتيلاً ولقرن كامل من الزمان، تاركاً بصماته على ملايين أخرى من المشوّهين، بينما فتك وباء الأنفلونزا عام 1918 بـ 25 مليون من البشر في كافة أصقاع العالم. أما شلل الأطفال، فقد قتل الآلاف في مطلع القرن العشرين وعوق ملايين آخرين.

اكتشاف بسيط واحد لم يجد من انتشار هذه الأوبئة الفتاك فقط، بل أزالها تماماً عن الوجود. يتمثل هذا الاكتشاف بالتلقيحات، حيث أنقذت حياة الملايين ومحظيات لا عد لها من المعاناة والألم في عالمنا. أطفال أمريكا اليوم يلقو حون نظامياً ضد ما يقارب 15 مرضًا مختلفاً.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

انتقلت السيدة ماري وورتلي مونتاغو Lady Mary Wortley Montagu ذات الأربعين والعشرين ربيعاً والشاعرة الإنجليزية المعروفة، للعيش في تركيا عام 1712م وذلك برفقة زوجها لدى تعينه سفيراً لبريطانيا هناك. لاحظت السيدة ماري أن سكان

تركيا الأصلين لم يعانون من الجدري، ذلك المرض المخيف الذي شوه من هيئتها وفك عشرات الآلوف من بني جلدتها كل عام.

ملاحظة أخرى جلبت انتباه حرم السفير المصون، ألا وهي ممارسة النساء الريفيات العجائز لعادة تسمى «التطعيم». ففي وقت سخر فيه من سبقها من البريطانيين من هذه العادة باعتبارها من المراسيم القبلية الساذجة، شككت السيدة ماري في كون هذا الحدث السنوي سبباً لمناعة أهل البلاد ضد مرض الجدري.

كان على العوائل الريفية القرار فيما لو أن أيّاً من أفرادها يجب أن يصاب بالجدري تلك السنة. فكانت تأتي امرأة عجوز تحمل معها قشرة جوز مليئة بالسائل الملوث بالمرض، ففتح أحد أوردة المتطوع يابرة مغمضة بالسائل وسط هليل ورقص العائلة.

أما الشخص المصاب فكان يلزم السرير ليومين أو ثلاثة معانياً من حمى خفيفة وطفح بسيط، ثم يستعيد كامل عافيته، بل ويتقي شر إصابة خطيرة بالجدري في المستقبل. تساءلت ماري في إمكان وقاية الإنجليز من الجدري بطريقة التطعيم هذه.

لدى عودتها إلى بلادها عام 1713م، ألقت السيدة ماري محاضرات عن الفوائد الخاملة للتطعيم. فتبذلها قومها باعتبارها امرأة غير متعرمة و«سخيفة». في أوائل عام 1714م، استمعت كارولين Caroline أميرة ولزز لإحدى خطب السيدة ماري، فقررت تربيتها على المدانين واليتامى.

جمعت السيدة ماري القبح المستربط من حوصلات الجدري للمرضى المصابين وحققت كميات قليلة من السائل القاتل في أجسام الأشخاص المجريين عليهم. فكانت نسبة الوفاة عند هؤلاء أقل من ثلث المجموع العام، بينما أصابت نسبة خمسة أضعاف منهم بحالات طفيفة عابرة دون تكون عندهم بثور المرض.

لكن كانت هنالك مشكلة في التطعيم. إذ كان تلقيح فيروسات حية للجدري خطراً وبالتالي توفي بعض المرضى جراء عمليات التلقيح التي ابنتهم حمايهم بالأساس.

على صعيد آخر، لاحظ الجراح الإنجليزي الشاب إدوارد جينر Edward Jenner عام 1794م أن مربيات الأبقار من قريته لم يصبوا بالجدري إطلاقاً، في حين أصبن جميعاً بجدري البقر الذي كان يقتصر على ظهور حوصلات صغيرة على اليدين. أفترض جينر أن جدري البقر من نفس عائلة جدري البشر وأن الإصابة بالأول تقي إصابة قاتلة بالثاني، على غرار عملية التطعيم.

جَرْبٌ جِينِرُ نظرية على 20 طفلاً بحقنهم بالسائل المستتبط من حوصلات جدري البقر عند إحدى مريضات الأبقار المصابات بقريته. فأصاب كل طفل بجدري البقر على شكل حوصلات مؤلمة على اليدين والقدمين دامت بضعة أيام.

بعدها بشهرين، حقن جينير كل طفل سابق بسوائل تحتوي على إصابات حية من جدري البشر. فلو كانت نظرية جينير خاطئة، لمات العديد من الأطفال الآن. ولكن على العكس تماماً، لم يُيدِ أي منهم أية أعراض لمرض الجدري الخطير.

ابتكر جينير<sup>\*</sup> لفظة *vaccination* أي «التلقيح» لوصف هذه العملية في معرض إعلان نتائجه عام 1798م. فمقطع *vacca* مشتق من الكلمة латинская بمعنى «البقرة»، أما *vaccinia* فتعني «جدري البقر».

حقائق طريفة: أعلنت منظمة الصحة العالمية WHO إزالة الجدري<sup>\*\*</sup> عام 1979م، فعقب الرئيس الأمريكي جورج بوش الأب على هذا الحدث التاريخي بقوله «منذ ذلك العام لم تقص السلطات أية حالة طبيعية للمرض في العالم أجمع».



\* هناك بعض الدعاوى تفيد بأن جينير لم يكن السباق إلى فكرة استعمال سوائل جدري البقر للوقاية من جدري البشر. على أية حال، غير ما يقال في هذا السياق هو ما قاله الطبيب الكندي وليام أوسلر (الذي يُعد الكثيرون أباً للطب الحديث) في معرض دفاعه عن جينير: "في العلم، لا يُكرّم أول من يفكّر، بل أول من يقنع العالم". أتفى أن لا يكون كلامه قد طال السيدة مونتاغو، فقد نفذت الفكرة بطريقة أخرى! – المترجم.

\*\* يفتخر الأطباء اليوم كوفم قاب قوسين أو أدنى من تحقيق إزالة كاملة لعدوين آخرين، هما: شلل الأطفال و مرض دودة غينيا (درانكلوسيس) – المترجم.

# الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية

Infrared and Ultraviolet

سنة الاكتشاف 1800 و 1801

ما هذا الاكتشاف؟ نشع الطاقة من الشمس والنجوم الأخرى خارج الطيف المرئي الضيق للألوان من المكتشف فريديريك هيرشل Frederick Herschel (تحت الحمراء) ويوهان ريتter Johann Ritter (فوق البنفسجية)

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تشكل الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية أجزاء رئيسية من تطورنا العلمي على مر القرنين المنصرمين، بينما لم يتطرق أحد ل حين عام 1800م إلى احتمال وجود الإشعاع خارج النطاق الضيق الذي تداركه العين البشرية. وسع اكتشاف الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية من مجال الرؤية العلمية خارج حدود الضوء المرئي إلى حيث الطيف الإشعاعي بأكمله، ابتداءً من الموجات الراديوية وانتهاءً بأشعة غاما.

تعد الأشعة تحت الحمراء مفتاحاً للعديد من الاكتشافات الفلكية، بالإضافة إلى استعمال علوم الأرض لها في قياس الحرارة بمختلف الدراسات - اعتباراً من درجات حرارة الخيط ولغاية صحة الغابات. كما أن متحسسات الأشعة تحت الحمراء تعتبر الأساس في عمل صفارات تتبع السرقة وإنذارات الحريق وغيرها من أجهزة التقصي الخاصة بالشرطة وفرق الإطفاء. اكتشف العلماء إمكانية الجهاز البصري للعديد من الطيور والحيشرات على تقصي الأشعة تحت الحمراء. أما الأشعة فوق البنفسجية، فقد سهلت بفهم أفضل للإشعاع الشمسي وللأجزاء العالية الطاقة من الطيف - بضمنها الأشعة السينية والأشعة الدقيقة وأشعة غاما.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد فريديريك هيرشل Frederick Herschel بمدينة هانوفر الألمانية عام 1738م. منذ صباه، عُرِفت عنه موهبة خاصة بالموسيقى والفلك. فهو ذاته الذي اكتشف كوكب أورانوس عام 1781م، ليكون بذلك أول كوكب يُكتشف على مر ألفي عام تقريباً.

بأواخر عام 1799م، بدأ هيرشل دراسة لضوء الشمس. كان عادة ما يستعمل مرشحات ألوان لغرض فصل أجزاء الطيف الضوئي، فلاحظ سخونة بعض هذه المرشحات أكثر من قريناها خلال دراساته تلك.

تبيناً لهذه الرؤية، صمم هيرشل موشوراً كبيراً للغاية، ووجه الطيف الضوئي الصادر منه على جدار بعيد في غرفة مظلمة وقاس الحرارة داخل كل من هذه الحزم الضوئية الملونة على حدة. فتعجب من ملاحظة ارتفاع الحرارة باضطراد من منطقة اللون البنفسجي (الأبرد) حتى بلغت أقصاها عند منطقة اللون الأحمر. ثم فجأة خطأ له أن يضع حراراً في الفراغ المظلم عند أقصى اليمين بجوار الحيز الأحمر (بعد الطيف الضوئي مباشرة).

كان حريأً بالحرار أن يحافظ على برونته طالما أنه لا يقع ضمن أي حيز ضوئي مباشر. ولكن هذا لم يحدث قط، بل سجل الحرار الدرجة العليا قياسياً.

أفترض هيرشل المذهول أن الشمس تشع موجات حرارية على امتداد الموجات الضوئية وأن هذه الأشعة الغير المرئية تنكسر بدرجة أقل قليلاً خلال مرورها بالموشور قياساً بأشعة الضوء. لم تنقض سوى أسبوع، ليذهل هيرشل أمام حقيقة أخرى - فأشعة الحرارة هذه تنكسر وتنعكس وتحفي ..... الخ من الخصائص المعروفة للضوء. ونظراً لموقعها تحت حيز الضوء الأحمر، أسمتها هيرشل *infrared* أي «الأشعة تحت الحمراء».

ولد يوهان ريتter Johann Ritter هو الآخر بألمانيا وأصبح فيلسوفاً في علم الطبيعة. كان ضمن معتقداته الراسخة أن هناك اتحاداً وتناظراً في الطبيعة وبأن جميع قوى الطبيعة يمكن أن تُعزى إلى قوة واحدة أساسية، هي الأوركرافت *Urkraft*.

في عام 1801م،قرأ ريتير عن اكتشاف مواطنه هيرشل للأشعة تحت الحمراء بشغف، إذ سبق له أن عمل على دراسة تأثير ضوء الشمس على التفاعلات الكيميائية كما وعمل في حقل الكيمياء الكهربائية (تأثير التيارات الكهربائية على الماء والتفاعلات الكيميائية). لاحظ ريتير خلال دراساته تلك تأثير الضوء على كلوريد الفضة، حيث يتتحول لون هذه المادة الكيميائية من الأبيض إلى الأسود لدى تعريضها لضوء الشمس (وهو ما أصبح فيما بعد أساساً للتصوير الفوتوغرافي).

قرر ريتير إعادة تجربة هيرشل، لكن ليستطاع فيما لو أمكن لكل لون من ألوان الطيف أسوداد مادة كلوريد الفضة بالدرجة ذاتها. فقام بصنع قطع من الورق بمادة كلوريد الفضة، وكرر خطوات هيرشل بغرفة مظلمة، ولكن بدل قياس الحرارة عند كل لون من الطيف،

فاس ريتز الزمن الذي استغرقه اسوداد قطع الورق عند كل لون على حدة. فلاحظ أن اللون الأحمر بالكاد يغير من لون مادة كلوريد الفضة، في حين يتغير اللون البنفسجي الأسرع في ذلك.

و على غرار هيرشل، قام ريتز بوضع ورقة أخرى مطلية بمادة كلوريد الفضة في المنطقة المظلمة خلف حزمة اللون البنفسجي، فأسودت الورقة بأسرع مدة قياسية! رغم عدم تعرض هذه الورقة للضوء المرئي، فإن (إشعاعاً) ما قد أثر فيه وغيره من لونها. إذن، اكتشف ريتز الأشعة فوق البنفسجية *ultraviolet* على نفس الشاكلة التي اكتشف بها مواطنـه هيرشـل الأشـعة تحتـ الحـمـراء.

**حقائق طريفة:** يستعمل جهاز التحكم عن بعد للتلفاز الأشعة تحت الحمراء لضبط الصوت أو تغيير المقطة.



## التخدير

Anesthesia

سنة الاكتشاف 1801م

ما هذا الاكتشاف؟ دواء يستخدم أثناء العمليات الجراحية يسمى فقدان  
احساس المريض بالألم  
من المكتشف؟ هنري ديفي Humphry Davy

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

مهّد التخدير جراحة آمنة وجعل العديد من العمليات الجراحية عملية حقاً ومعقولة. فالضرر الذي كان يسببه الألم للمريض جراء العملية كان عادةً من الخطورة بحيث حال دون إجراء الأطباء للعديد من العمليات الجراحية، كما وحال دون استشارة العديد من المرضى لمعونة الطبية الازمة لهم.

بدأ التخدير الكثير من الألم والخوف والقلق والمعاناة لدى المرضى خلال معظم الإجراءات الجراحية - سواء العامة منها أو تلك المتعلقة بجراحة الأسنان، كما وأتاح للمهنة الطبية فرصتها في تطوير وتعديل عمليات جراحية أنقذت حياة أعداد لا تحصى من البشر.

يعتبر علم التخدير اختصاصاً طبياً أساسياً الآن، ويحظى مركز مرموق في كل صالة للعمليات. ومع احتمال تطوير أدوية وطرق تخديرية جديدة في العقود القادمة، فإن هذا الجانب من الطب سيظل ملازماً لنا إلى الأبد.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اشتق اسم التخدير *anesthesia* من اللغة الإغريقية بمعنى «انعدام الإحساس»، وقد ابتكره أوليفر وينديل هولمز Oliver Wendell Holmes (والد رئيس القضاة بالمحكمة العليا الأمريكية بنفس الاسم) وذلك عام 1846م. على أية حال، عُرف مفهوم التخدير قبل آلاف السنين. فقد زاول الأطباء الصينيون القدماء ممارسة طريقة الوخر بالإبر التي تمنع انتقال أحاسيس الألم إلى الدماغ. بينما استعمل الإغريق والمصريون القدماء اليُرُوحُ (جذور نبات الماندرااغورا) لتحفيز حالة من اللاوعي، وكانت تلك الطريقة

\* نبات ينتمي للفصيلة البذنجانية لطالما ارتبط بقضايا السحر والشعوذة عند الشعوب القديمة - المترجم.

الفضلى للأطباء الأوروبيين خلال القرون الوسطى. أما الرقة في حضارة الأنكا، فكأنوا يضعون أوراق الكوكيين وبيصقون بعصارتها في الجروح لتخفيف آلم مرضاهم.

تباري ثلاثة من علماء القرن التاسع عشر على المطالبة بحق ابتكارهم للتخدیر الحديث، فلم يستحق أحد منهم هذا الشرف لأن همفري دافي Humphry Davy كان قد ناله توأ.

كان طبيب التوليد الإسكتلندي السير يونغ سيمبسون Sir Young Simpson أول من يستعمل الكلوروفورم. فقد لاحظ أن المرضى الذين استنشقوا نفحات قليلة من الغاز (حيث كانت تُوضع قطعة من القطن المغمّس بالكلوروفورم تحت الأنف) سريعاً ما تتم مقتتها وبالتالي يفقدون وعيهم. لم يجلب استعماله للدواء أي اهتمام يذكر لحين عام 1838م حين طلبته الملكة فيكتوريا Queen Victoria لحضور ولادتها لسابع أطفاها.

شهد الكلوروفورم أوسع رواج له خلال الحرب الأهلية الأمريكية، حيث جرت العادة بتسويق قطن الجنوب الأمريكي إلى المجلتو وتبديله بالأدوية -بضمها الكلوروفورم- الذي عُدَّ من المقومات الأساسية التي ترخر بها خَيْم العلاج الميدانية للأطباء الجنوبيين. حافظ الكلوروفورم على بعض شعبيته بعد الحرب -خصوصاً في الجنوب- لحين تطوير الأدوية المصنعة في مطلع القرن العشرين.

كان الطبيب بولاية جورجيا كراوفورد لونغ Crawford Long أول من استعمل الإيثر خلال العمليات الجراحية. إذ أزال ورماً بعنق قاضٍ محلي يدعى جيمس فينابل James Venable تحت تأثير الإيثر، فتكللت العملية بالنجاح ولم يشعر القاضي بألم البتة. لكن لم يكلف لونغ نفسه عناء الإعلان عن نجاحه ذلك في وقته.

بعدها بعامين استغل جراح الأسنان هوراس ويلس Horace Wells ملاحظة لونغ بفائدة الإيثر التخديرية خلال إحدى عملياته الجراحية، إلا أنه أوقف الغاز مبكراً بالخطأ، ففهض مريضه المسكين وهو يصرخ من الألم. استهزأ الجميع المحتشد من الأطباء لحضور العملية من الموقف وحكموا على مطالبات ويلس بفوائد الإيثر خدعة لا تنطلي عليهم.

بعدها بعام (1845م)، أعطى طبيب أسنان آخر من بوسطن الإيثر مجالاً جديداً لإثبات قدراته التخديرية. وفعلاً جرت العملية التي أجرتها وليام مورتون William Morton بسلام، ولكن دون أن تنتهي أمريكا -وبالتالي أوروبا- استعمال الأثير رسماً كمادة تخديرية

أساسية إلا بعد نجاح ثالثي عملية علنية لمورتون وبعد نشر الأخير لمقالات عدة يصف فيها مناقب مادة الإيثر وقدرها التخديرية.

على أية حال، لم يكن أي من هؤلاء الثلاثة الأول في اكتشاف التخدير الطبي الحديث. فقد شهد عام 1801م قيام العالم الإنجليزي هنري ديفي Humphry Davy بتجارب على الغازات حضر من خلالها مادة أوكسيد النتروز باتحاد غازي النتروجين والأوكسجين. جرب ديفي على هذا الغاز العديم اللون وأخذ منه بعض استنشاقات عميقه، وصف حاله بعدها بفترة من الشعور المتزايد بالغبطة والانشراح أعقبتها نوبة لا إرادية من الضحك ثم البكاء حين فقدان وعيه.

أسمى ديفي اكتشافه غاز الضحك ولاحظ ميله لنجريره من الإحساس بالألم، فأوصى باستعماله للأغراض التخديرية في المجال الجراحي. رغم نكران الوسط الطبي لاكتشاف ديفي حينذاك، إلا أنه يعد أول تجربة وتجريب علمي لمادة مخدرة.

حقائق طريفة، يعود استعمال العبارة الإنجليزية الشائعة «*biting the bullet*»\*\* أو «*عض الرصاص*» إلى الأيام التي سبقت استخدام تقنية التخدير في سوح القتال. فالعرض على المادة الرخوة للرصاص كان يؤدي إلى انتصاص ضغط العض دون إتلاف أسنان الجنود.



---

\*\* تُستعمل في اللغة الإنجليزية للدلالة على قبول عواقب خيار أو موقف صعب، أو الإذعان لأمر بات معيناً - كقولهم مثلاً، «سائقو السيارات يضعون الآن على الرصاص بعد غلاء أسعار الوقود»، أي قبلوا الوضع عن كره وامتعاض - المترجم.

## الذرات

### Atoms

سنة الاكتشاف 1802 م

ما هي الذرة؟ الذرة هي الجسيم الأصغر في الوجود الذي ينتمي إلى عناصر كيميائية

من المكتشف جون دالتون John Dalton

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تعتمد العوالم الحديثة للفيزياء والكيمياء على معرفة ودراسة عالم الذرات. ولكن لم يستطع أحد رؤية الذرة على حقيقتها حتى اكتشاف الجهر الإلكتروني عام 1938م. قبلها بقرون، عُرفت الذرة بشكل جيد وكانت جزءاً هاماً من البحث الكيميائي والفيزيائي. كان جون دالتون من عُرّف الذرة متيناً لزملائه العلماء الفرصة للبحث الجاد على هذا المستوى الدقيق. الذرة هي أصغر جزء من أي عنصر والبنية الأساسية للمادة، إذ تُبنى المركبات الكيميائية جميعها من ارتباطات ذرية.

نظراً لكون فهم الذرة أساساً لفهم الكيمياء والفيزياء باختلاف تشعبهما، فإن اكتشاف دالتون يُعد من نقاط التحول الهامة في الحقل العلمي، كما وُلد صاحبه لقب أب علم الفيزياء الحديث على حد رأي الكثيرين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في القرن الخامس قبل الميلاد، افترض كل من ليوسبيوس من ميليتوس Leucippus وديوقريطس من أبيدرا Democritus of Abdera إمكانية تفتيت المادة إلى قطع أصغر فأصغر. فأطلقوا على ذلك الجزء الذي لا يمكن تفتيته إلى قطع أصغر اسم *atom* أو «الذرّة». استعمل غاليليو ونيوتون لفظة الذرة بنفس مدلولها السابق، أما روبرت بويل وأنطوان لفوازيه فكانا أول من استعمل لفظة *element* أو «عنصر» لوصف مادة كيميائية حديثة الاكتشاف. كان كل هذا العمل، على أية حال، مبنياً على نظرية فلسفية عامة، وليس على المراقبة والإثبات العلميين.

ولد جون دالتون John Dalton عام 1766م بالقرب من مدينة مانشستر الإنجليزية ونشأ وسط عائلة متزمنة من جماعة الأصحاب\*. بحريمانه من تعليم مدرسي نظامي، قضى دالتون 20 سنة في دراسة علم الأرصاد الجوية والتدريس بكليات دينية. بنهاية هذه الفترة المذكورة، التحق بالجمع الفلسفى وقدم نشاطات كثيرة في هذا المجال، تتضمن تقارير عن البارومتر، الحرار، الهيغرومتر، تساقط المطر، تكوين السحب، التبخر، رطوبة الجو وتكوين الندى. تضمن كل تقرير بدوره نظريات جديدة ونتائج بخشية متطورة.

سرعان ما ذاع صيت دالتون كونه صاحب تفكير إبداعي خلاق، وتفرغ تماماً للبحث العلمي. في عام 1801م، حول اهتمامه من دراسة غازات الجو إلى عالم التفاعلات الكيميائية، دون أن تحول شحة خبرته ومارسته للكيمياء عائقاً بوجه بحثه المضني بهذا المجال.

كان ما يقارب الخمسين عنصراً قد اكتشف في ذلك الوقت - بين معادن وغازات ومواد غير معدنية. لكن توقف جميع علماء الكيمياء أمام مسألة أساسية لم يجدوا لها جواباً: كيف تتحد العناصر لتكون ألف المركبات التي توجد على سطح الأرض؟ فمثلاً، كيف يتحد غاز الهيدروجين مع غاز آخر هو الأوكسجين ليكونا سائلاً هو الماء؟ بل الأدهى من ذلك، لم يتحد غرام واحد بالضبط من الهيدروجين مع ثانية غرامات مضبوطة من الأوكسجين لتكوين الماء - ليس أقل ولا أكثر أبداً؟

درس دالتون كل ما أمكنه العثور عليه (أو حلقه) من تفاعلات كيميائية في محاولة منه للوصول إلى نظرية عامة توضح كيفية تصرف الجسيم الأساس لكل عنصر. فقارن أوزان المواد الكيميائية جهباً وكذلك التراكيب الذرية المختملة لكل عنصر في كل مركب. وبعد عام من الدراسة استنتج دالتون بأن هذه المركبات معرفة بنسبيّة رقمية بسيطة حسب الوزن، وهو ما جعله يستنتاج عدد جسيمات كل عنصر في مختلف المركبات المعروفة (كلما، الإيش... الخ).

افتراض دالتون بأن كل عنصر مؤلف من جسيمات دقيقة غير قابلة للتقطیت وبأنما ذاماً التي تتحد مع مثيلاً من عناصر أخرى لتكوين مركبات كيميائية. رغم استعماله

\* جماعة الأصحاب Quakers هي فرقه بروتستانتية أسسها جورج فوكس في إنجلترا عام 1625م احتجاجاً على تسلط الدولة على الكنيسة وعلى بعض المعتقدات والطقوس التي اعتبرت ضرباً من الارتداد إلى الكنيسة الكاثوليكية. اضطهدت اضطهاداً شديداً فرحل كثير من أتباعها إلى العالم الجديد - المترجم.

الكلمة الإغريقية القديمة «الذرة» لوصف هذه الجسيمات، إلّا أنه أضفـى عليها معنى كيميائياً محدداً.

أظهر دالتون أن جميع ذرات المادة لأي عنصر متطابقة، وهذا يمكن لأي منها الاتـحاد مع نظيرـاتها من العناصر الأخرى لتشـكـل المركـبات الكـيمـيـائـية المعـروـفة، مع وجـوب امتـلاـك كل مركـب عـدـداً ثـابـتاً لا يـعـيـرـ من الذـرـات لـكـلـ عـنـصـرـ من العـنـاصـرـ المـكوـنةـ لـهـ. كـمـا وـأـسـتـجـعـ بـأنـ المـرـكـباتـ تـكـوـنـ مـنـ أـقـلـ عـدـدـ مـكـنـ مـنـ الذـرـاتـ لـكـلـ عـنـصـرـ، فـالـمـاءـ لـيـسـ طـالـماـ أـنـ صـيـغـةـ  $H_2O$ ـ هيـ أـبـسـطـ وـتـحـويـ عـلـىـ النـسـبـةـ ذـاهـقاـ لـذـرـاتـ الـهـيـدـرـوـجـينـ وـالـأـوكـسـيجـينـ.

كان دالتون أول من استعمل رموزاً حرفية ( $H_2O$ ... الخ) لـتمـثـيلـ مـخـلـفـ العـنـاصـرـ المعـروـفةـ. اعتـنـقـ الـعـلـمـاءـ نـظـريـاتـ وـاـكـشـافـاتـ دـالـتـونـ عـلـىـ الـفـورـ، ثمـ ماـ لـبـثـتـ أـنـ تـخـطـتـ حدـودـ الـمـكـانـ وـالـزـمـانـ. فـلـاـ زـلـناـ نـدـرـسـ مـفـهـومـهـ عـنـ الـذـرـةـ إـلـىـ يـوـمـنـاـ هـذـاـ.

  
حقائق طريفة\*: أصغر ذرة هي ذرة الهيدروجين، وتتألف من إلكترون واحد يدور حول بروتون واحد. أما أكبر ذرة في الطبيعة فهي ذرة اليورانيوم  $-92$  إلكتروناً يدور حول نواة محشوة  $-92$  بروتوناً و  $92$  نيوتروناً. وقد صُنعت ذرات أكبر مختبرياً دون أن توجد بشكل حر في الطبيعة.

---

\*\* لعل الأطرف أن أول تقرير علمي للدالتون لم يكن لا عن الجو ولا عن الذرة، بل عن مرض (عمى الألوان) الذي كان يعانيه، ليكون أول من وأشار إليه. عاد دالتون إلى طفولته المفتونة بعلم النبات، فقد بدا له لون زهرة البريسم أزرقاً زاهياً حال قطفه، بينما تحول إلى الأصفر لما كان ينظر إلى الزهرة تحت ضوء الشمعة في البيت. ظن دالتون أن السبب في ذلك هو اللون الأزرق لسائل عينيه، وظللت هذه المسألة تربكه ل حين آخر لحظة من حياته، حيث أوصى طبيبه ب التشريح إحدى مقلتيه بعد وفاته. نزولاً على رغبته، شرح الطبيب مقالة عين دالتون دون أن يعثر على أي سائل أزرق.

كتب لهذا اللغز أن يعيش طويلاً. وبعد 150 عاماً من وفاته، قام فريق من الأطباء عام 1995م بدراسة الحامض النووي من عينة من مقلة عين دالتون حافظ عليها جمـعـ مـعـلـمـيـ بـمانـشـيـسترـ بـطـرـيـقـةـ غـرـيـةـ. فـاـكـشـفـواـ إـصـابـةـ دـالـتـونـ بـنـوعـ نـادـرـ نـسـيـاًـ مـنـ عـمـيـ الـأـلوـانـ يـدـعـىـ دـيـتـرـوـانـوـبـيـاـ *deuteroanopia*ـ، لا يـرـىـ فـيـهاـ الـمـيـضـ مـنـ الـطـيفـ إـلـاـ الـأـزرـقـ وـ الـبـنـفـسـجـيـ وـ الـأـصـفـرـ -ـالـمـرـاجـمـ.

# الارتباط الكهروكيميائي

## Electrochemical Bonding

سنة الاكتشاف 1806م

ما هذا الاكتشاف؟ الاوامر الجزيئية بين العناصر الكيميائية ذات طبيعة كهربائية  
من المكتشف: هنري ديفي Humphry Davy

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

اكتشف ديفي بأن الأوامر الكيميائية بين الذرات المكونة لجزء ما ذات طبيعة كهربائية. نحن نعرف الآن بأن الأوامر الكيميائية بين الذرات ناتجة عن الانتقال أو المشاركة بجزيئات مشحونة كهربائياً - الإلكترونات. أما في عام 1800م، فكانت فكرة تضمين الكيمياء نوع من الكهربائية بمنطقة اكتشاف راديكالي منقطع النظير.

افتتح اكتشاف ديفي المجال الحديث للكيمياء الكهربائية، كما وأعاد تحديد النظرة العلمية للتفاعلات الكيميائية والكيفية التي ترتبط من خلالها الكيميويات بعضها البعض. وأخيراً، استفاد ديفي من مفهومه الجديد هذا في اكتشاف عنصرين جديدين (و مهمين)، ألا وهم : الصوديوم والبوتاسيوم.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد هنري ديفي Humphry Davy عام 1778م بمحاذاة ساحل كورنوال المعرج بالإنجليزية. تلقى القليل فقط من التعليم المدرسي، في حين اعتمد على التعليم الذاتي في تثقيف نفسه. لما بلغ الصبا، تعلم على يد جراح ثم صيدلي. ولكن تفتّق اهتمامه الحقيقي بالعلم مع الكتابات الأولى للعالم الفرنسي أنطوان لافوازيه.

في عام 1798م تلقى ديفي عرضاً من قبل الكيميائي الهاوي الميسور توماس بيلدويس Thomas Beddoes للعمل ببرistol وذلك في مختبر أنسنة الأخير، حيث قنع ديفي بحرية مطلقة في اتباع أهواهه العلمية الكيميائية. فجرّب على الغازات عام 1799م معتقداً بأن أفضل طريقة لفحص هذه المخلوقات الغير المرئية هي باستنشاقها. فكان أن استنشق غاز أوكسيد التتروز  $N_2O$  و غاب عن الوعي، غير متذكرة سوى لشعور من الانتعاش والجنون، فراج استعمال الناس للغاز في الحفلات تحت اسم «غاز الضحك». أما ديفي فقد

استعمل الغاز لغرض آخر، حيث قلع سن عقل له تحت تأثيره دون أن يشعر بألم. ورغم تصريحه بهذا في مقال، إلا أن الطب فضل الانتظار 45 سنة أخرى لتبني غاز أوكسيد التروز كأول غاز مخمر.

كما جرب داييفي على غاز ثانوي أوكسيد الكربون، وكاد أن يفقد حياته هذه المرة متسماً باستنشاق هذا الغاز السام. وبوصفه منظم عروض وسيما مهندما، تألق داييفي بتمثيل عروض كبيرة لكل تجربة واكتشاف يتحقق، وسط دهشة وذهول جمهوره ومعجبيه.

في عام 1799م، اخترع الإيطالي اليساندرو فولتا Alessandro Volta البطارية وأحدث أول تيار كهربائي من صنع الإنسان في العالم. وفي عام 1803م أقع داييفي صديقه ورب عمله بيذويس بناء عمود فولتا (بطارية) عملاق مزود بـ 110 صفحة مزدوجة لغرض توفير قدرة أكبر.

حول داييفي جل اهتمامه إلى التجارب على البطاريات. فجرب معادن مختلفة بل وحتى الفحم لصنع الأليكترونيدين وعددًا مقارباً من السوائل المختلفة (كلاء والحوامض.. الخ)- التي تسمى الألكترولايت - في ملاً الفراغ الحبيط بصفائح البطارية.

في عام 1805م لاحظ داييفي تأكسد الكترود مصنوع من الزنك لدى ربط البطارية. كان ذلك تفاعلاً كيميائياً يحصل بوجود تيار كهربائي. ثم لاحظ حدوث تفاعلات أخرى على الكترونات أخرى. فأيقن داييفي بأن البطارية (تيار كهربائي) كانت تسبب حدوث تفاعلات كيميائية، ومن هنا بدأ فهمه للطبيعة الكهربائية للتفاعلات الكيميائية.

في أحد عروضه الفخمة عام 1806م، مرر داييفي تياراً كهربائياً قوياً خلال الماء النقي وأظهر تكون غازين اثنين فقط: الهيدروجين والأوكسجين. فقد تفرق جزيئات الماء بفعل التيار الكهربائي، بما معناه أن للقوة الكهربائية القدرة على تفكيك الأواصر الكيميائية، وبالتالي استنتج داييفي بأن الأواصر الكيميائية لا بد أن تكون ذات طبيعة كهربائية بالأساس.

لقد اكتشف داييفي الطبيعة الأساسية للارتباط الكيميائي. فالأواصر الكيميائية كهربائية نوعاً ما. وكان هذا كفياً بإحداث تغير جذري في نظرية العلماء لطريقة تكون الجزيئات والأواصر الكيميائية.

دأب داييفي على تجاربه، ممرراً تيارات كهربائية من الكترود لآخر خلال كل مادة يعثر عليها تقريباً. وفي عام 1807م، جرب قدرة بطارية جديدة مزودة بـ 250 من صفائح

الزنك والنحاس على مادة البوتاسيوم (الاشنان) الكاوية caustic potash ففصل عنصراً جديداً أشتعل بهيب ساطع حال تكونه على الالكترود، فأسماه *potassium* أو «البوتاسيوم». وبعدها بشهرين فصل دايفي عنصر الصوديوم\* *sodium* أيضاً. فقد أشتهر اكتشاف العظيم في اكتشاف عنصرين جديدين مهمين.

حقائق طريفة، من التطبيقات الشائعة للارتباط الكهروكيميائي: قدور الطبخ. فالعملية تقضي بالتحاد سطح مطلي بأكسيد الألミニوم مع قاعدة من الألミニوم الصافي فيتشكل سطح أملس خال من المسامات أصلب من الألミニوم الصافي بـ 400 ضعف.



---

\* من المرجح أن اسم الصوديوم مشتق من الكلمة «صداع» العربية، حيث راج استعمال مركب للصوديوم في علاج حالات الصداع في أوربا القرون الوسطى - المترجم.

## وجود الجزيئات

### The Existence of Molecules

سنة الاكتشاف 1811م

ما هذا الاكتشاف؟ الجزيئية هي عبارة عن مجموعة من الذرات المترابطة. تعرف ذرة ما واحدة مما يفوق المائة عنصر كيميائي تشكل كوكينا. ربط عدد من مختلف الذرات يكون جزيئه، والتي يدورها تعرف واحدة من عدة آلاف من المواد التي يمكن تواجدها.

من المكتشف؟ أميديو أفو كادرو Amedeo Avogadro

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

إذا كانت الذرات اللبننة الأساسية لكل عنصر، فالجزيئات هي اللبننة الأساسية لكل مادة على سطح الأرض. تأخر العلماء كثيراً في تقديمهم العلمي نظراً لعجزهم عن التصور الدقيق لجزيئيات بصغر الذرة أو الجزيئية. فافتراض العديد منهم بأن جسيماً صغيراً (أسموه الذرة) يعتبر الأصغر على الإطلاق والوحدة الأساسية لكل عنصر. لكن المواد التي حولنا لا تتكون من عناصر منفصلة. فكان العلماء في شطط من أمرهم حيال تفسير الطبيعة الأساسية للمواد.

قدّم اكتشاف أفو كادرو لهم مبدئي عن العلاقة بين جميع الملايين من المواد على سطح الأرض من جهة والقلة من العناصر الأساسية من جهة أخرى. كما وعدد من نظرية كانت موجودة أصلاً مؤداتها أن كل لتر من الغاز (بثبوت الحرارة والضغط) يحتوي العدد ذاته من الجزيئات، مما سمح للعلماء بإجراء حسابات هامة على الغازات مع فهم أوسع لطبيعة جميع المواد. أصبح اكتشاف أفو كادرو من الخواص القياسية للكيمياء العضوية والغير العضوية وكذلك أساساً لقوانين الغازات وتطوير الكيمياء الكمية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في ربيع عام 1811م، كان الأستاذ الجامعي الشاب أميديو أفو كادرو Amedeo Avogadro (35 عاماً) جالساً في صفه متوجهما بالنظر إلى التقريرين العلميين الموضوعين على الطاولة. كان أفو كادرو يدرس العلوم الطبيعية بكلية فيرشيلي في بلدة تورين الجبلية

الإيطالية. كان خمسة وعشرون طالباً يجلسون كل يوم في صف البروفيسور أفو كادرو وهو يلقي عليهم محاضرات ويناقشهم ويختنهم بكل ما راق له من جوانب العلم.

في ذاك اليوم بالذات، تلا أفو كادرو هذين التقريرين على طلاب صفة موضوعاً أنه اكتشف لغزاً مهماً فيهما ومتحدياً إياهم في كشفه.

كان هذان التقريران وصفاً من كل من الكيميائي الإنجليزي دالتون والكيميائي الفرنسي غاي-لوساك Gay-Lussac لتجربة قام فيه كل منها بالحاد ذرات الهيدروجين والأوكسجين لصنع الماء. وأوضحاً بأن لترتين اللذتين من ذرات غاز الهيدروجين اتحداً مع لتر واحد من ذرات الأوكسجين ليكون لتران اللذان من غاز بخار الماء. فدعا دالتون بأن هذه التجربة ثبتت بأن الماء مؤلف من الهيدروجين وذرة واحدة من الأوكسجين. كما ودعا غاي-لوساك من جانبه بإثبات هذه التجربة أن لترًا واحدًا من أي غاز يحوي العدد ذاته من الذرات لفتر الواحد من أي غاز آخر، بغض النظر عن كيتونته.

عدت هاتان الدراسات بثنائية إنجاز كبير في حقل الكيمياء. ولكن من أول قراءة له، انزعج البروفيسور أفو كادرو من وجود تناقض مضجر.

فكل من دالتون وغاي-لوساك بدأ تجربته بلترتين بالضبط من الهيدروجين مع واحد من الأوكسجين، وهو ما يساوي ثلاثة ألتار من الغاز، إلا أن الاثنين حصلوا على لترتين فقط من غاز بخار الماء. فلو كان لكل لتر من الغاز العدد ذاته من الذرات، فكيف إذن يمكن جمعية الذرات الموجودة بثلاثة لترات من الغاز أن تشغله لترتين فقط من غاز بخار الماء؟

دق جرس كاتدرائية تورين إذاناً بمنتصف الليل عندما وجد أفو كادرو ضالته. فالذون وغاي-لوساك استعملما التعبير الخطأ. ماذا لو استبدلا كلمة «ذرة» بعبارة «مجموعة من الذرات المتراقبة»؟

أبكر أفو كادرو كلمة «جزيئه» molecule - وهي كلمة إغريقية تعني التسلق بطلقة في الغاز - لوصف هذا «التجمع من الذرات المتراقبة». ثم بدأ بتجريب معادلات مختلفة على الورقة حين عثره على طريقة حساب جميع الذرات والجزيئات في تجربة كل من دالتون وغاي-لوساك.

فلو تضمنت كل جزيئة من الهيدروجين ذرتين من الهيدروجين وكل جزيئة أوكسجين ذرتين من الأوكسجين، ثم لو احتوت كل جزيئة من بخار الماء على ذرتين من الهيدروجين وذرة واحدة من الأوكسجين - كما دعا العالمان السابقان، فإن كل لتر من الهيدروجين

وكل لتر من الأوكسجين سيحتويان العدد ذاته من الجزيئات الموجودة في التررين الناجحين من بخار الماء (رغم اختلاف عدد الذرات المكونة لها)!

هكذا ومن غير لبس أنبوية اختبار أو إجراء تجربة كيميائية من أي نوع،اكتشف أميديو أفو كادرو وجود الجزيئات ووضع القانون الغازي الأساسي - كل لتر من الغاز يحوي العدد ذاته من جزيئات الغاز.

حقائق طريفة: أصغر جزيئة في الوجود هي جزيئة الهيدروجين - تتألف من إلكترونين وبروتونين فقط. أما الـ DNA فيعتبر أكبر جزيئة موجودة في الطبيعة باحتواها على أكثر من 4 بلايين من الذرات كل واحدة تتألف من عدد من البروتونات والبيوترونات والإلكترونات.



## الكهرومغناطيسية

Electromagnetism

سنة الاكتشاف 1820م

ما هذا الاكتشاف؟ تكون التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسياً والمحك بالمحك  
من اكتشفه؟ هانز أورستيد Hans Oersted

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

قبل عام 1820م، كان كل ما يُعرف عن المغناطيسية هو السلوك المغنط للحديد وأحجار المغناطيس (بوصلات صغيرة وهشة)، في حين يُساق العالم الحديث للمحركات الكهربائية ومشاريع توليد القدرة الكهربائية من قبل مواد كهرومغناطيسية قوية - ناهيك عن مجففات الشعر والخلاطات وآلات الفسيل وغيرها من الأدوات التي تحظى بها بيوتنا ومصانعنا وحياتنا اليومية، والتي تعتمد جميعها على مبدأ الكهرومغناطيسية.

لقد خطَّ اكتشاف عام 1820م الجزء الكبير من غط حياثنا المعاصرة، وفتح الباب على مصريعيه لاحتمالات تفوق الخيال أمام هواة البحث والتطور العلمي. كما ويُعد سبباً لوجود أعمال علماء عمالقة في حقل الكهرومغناطيسية أمثال أندريه أمبير\* Andre Ampere ومايكل فاراديَّ Michael Faraday.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد هانز أورستيد Hans Oersted بجنوب الدنمارك عام 1777م. درس العلوم في الجامعة، ولكنه أبدى ميلاً خاصاً تجاه الفلسفة. تبني أورستيد التعاليم الفلسفية ليوهان ريتسر الذي دعا إلى اعتقاد علمي طبيعي يفيد بوجود اتحاد لقوى الطبيعة جميعها، فـأَمِنَ بإمكانية

\* أندريه ماري أمير (1775-1836م): رياضي وفزيائي فرنسي، وضع قانوناً يوضح قوة المقل المغناطيسي الناتج عن انسياپ الطاقة الكهربائية خلال موصل. سميت وحدة قياس التيار الكهربائي «الأمير» باسمه - المترجم.

\* مايكل فاراديَّ (1791-1867م): كيميائي وفزيائي إنجليزي، اكتشف الحث الكهرومغناطيسي والمغناطيسية الجاذبة وقوانين التحليل الكهربائي و مادة البرزين، كما وأخترع الدينامو الكهربائي و نظام أعداد التاكسد في الكيمياء. عُرفت وحدة السعة «الفاراد» باسمه. يعتبره معظم مؤرخي العلم أعظم مخرب في تاريخ العلم برمته. علماً أنه تلقى القليل من التعليم المدرسي و عمل كمساعد للعالم هنري ديفي، بل كثيراً ما عمل سائقاً خاصاً له و لزوجته التي كانت تطعمه مع الخدم و تتعامل معه بكثير من الدونية - المترجم.

إرجاع جميع قوى الطبيعة إلى الأوركraft Urkraft، أو القوة المبدئية. ولدى حصوله أخيراً على منصب علمي تدريسي (في 1813م)، كرس جهوده البحثية لإيجاد طريقة يعزز بها جميع الفيزياء الكيميائية إلى الأوركraft بغية خلق وحدة طبيعية لحقل الكيمياء برمته.

انتعش البحث والاهتمام بالكهرباء بعد تجارب فرانكلين على الكهرباء الساكنة والطاقة المولدة من أوعية لايدن. وبعدها في عام 1800م، اكتشف فولتا البطارية وأول جریان مستمر للتيار الكهربائي بالعالم، فأصبحت الكهرباء أujeوبة العالم العلمية، ونشر ثانية وستون كتاباً عن الكهرباء بين عامي 1800 و1820م.

علماء قليلون فقط تنبهوا إلى احتمال وجود ترابط بين الكهرباء والمغناطيسية. ففي عامي 1776 و1777م خصصت أكاديمية العلوم البافارية جائزة لكل من يمكن من الإجابة على السؤال التالي: هل هناك من تماثل فيزيائي بين القوة الكهربائية والمغناطيسية؟ فلم يجدوا من فائز. كرر الجمع العلمي اللندنـي نفس العرض عام 1808م، ولم يفز أحد من جديد.

في ربيع عام 1820م، كان أورستيد يلقي محاضرته على أحد صفوفه عندما حدث أمر مدهش. فقد جاء باكتشاف عظيم - أول اكتشاف علمي رئيسي يتحقق أمام صف من الطلبة. كان عرضاً توضيحاً بسيطاً على مستوى الدراسات العليا حول الكيفية التي يسخن بها التيار الكهربائي سلكاً من البلاتينيوم، دون أن يركّز على الكهربائية أو المغناطيسية - إذ لم يكن مهتماً بأيٍّ منهما على وجه الخصوص. وتصادف وجود أبنته المغناطيسية (بوصلته) على الطاولة قريباً من موقع الحدث.

فور ربط أورستيد للبطارية بسلكه، اهتزت الإبرة وأنحرفت لاتجاه متعمد على سلك البلاتينيوم. وعند فصله للبطارية، رجعت الإبرة إلى مكانها الأصلي. تكرر الأمر ذاته كلما مرّ أورستيد تياراً كهربائياً خلال السلك ثم فصله. استمعت الطلاب بهذا المشهد في حين شعر أستاذهم بالارتباك وغير الحديث إلى موضوع آخر.

لم يراجع أورستيد هذا الحدث المدهش لمدة ثلاثة أشهر - لحين صيف عام 1820م. فأجرى سلسلة من التجارب لاكتشاف فيما لو أن تياره الكهربائي قد ولد قوة جذب الإبرة المغناطيسية أم نافرها، كما وأراد محاولة إرجاع هذه القوة الغربية إلى الأوركraft.

نقل أورستيد السلك فوق وبجانب وتحت الإبرة المغناطيسية، عكس التيار خلال سلك البلاتينيوم، جرّب سلكين بدلاً من واحد. وبكل تغيير في السلك والتيار، كان يلاحظ تأثير التغييرات الناجمة على الإبرة المغناطيسية.



أدرك أورستيد أخيراً بأن تياره الكهربائي قد خلق قوة جذب وتنافر في الوقت نفسه، وبأنه خلق قوة مغناطيسية عبارة عن نوع جديد تماماً - يختلف جذرياً عن كل القوى التي وصفها نيوتون. حيث لا تعمل هذه القوة على خطوط مستقيمة، بل بشكل دائري حول السلك الحامل للتيار الكهربائي. فكتب أورستيد عن جلاء إبداء الأسلال الحاملة للتيار الكهربائي خصائص مغناطيسية، فتحقق بذلك اكتشاف مفهوم الكهرومغناطيسية.

حقائق طريفة: Aurora borealis أو «الشفق الشمالي» هي عبارة عن ظاهرة كهرومغناطيسية تحدث لدى ارتظام الجسيمات الشمسية المشحونة كهربائياً بال المجال المغناطيسي للأرض. وفي نصف الكرة الجنوبي، تظهر هذه الستائر التموجة من الضوء حول القطب الجنوبي وتسمى — Aurora australis أو «الشفق الجنوبي».

# أول متحجر ديناصوري

First Dinosaur Fossil

سنة الاكتشاف 1824م

ما هذا الاكتشاف؟ أول إثبات بأن الديناصورات العملاقة قد سارت يوماً ما على الأرض  
من الكشف؟ جيدرون مانتيل Gideon Mantell و威廉 بوكلاند William Buckland

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

افتراض معظم الناس (و العلماء) بأن العالم بخلقه المائل من النباتات والحيوانات كان على نفس الشاكلة التي يروها على أيامهم، ولكن اكتشاف متحجر ديناصوري قوَّض هذه الفكرة من الأساس. فقد مثلَّ هذا الاكتشاف أول برهان على وجود مجتمع مختلف تماماً من الحيوانات القديمة - والمفترضة الآن - جالت الأرض يوماً ما، وكان أول برهان كذلك على وجود وحوش عملاقة (ديناصورات) في القرون الغابرة من عمر كوكبنا الأُم.

كان هذا الاكتشاف بمثابة قفزة هائلة للأمم تشهدها علوم الآثار والإحاثة (الباليونتولوجي)\* - سواء في نطاقها المعرفي أو الميداني. أثبتت الديناصورات نفسها كأشهر شواهد الماضي دراماتيكية وكمصدر الأشد جذباً لاهتمام الشخص العادي نحو حقيقة التطور البيولوجي وتعريفه بها.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لطالما عثر الناس على عظام متحجرة، لكن دون أن يصيب أحدهم في اعتبارها أنواعاً حياتية منقرضة. في عام 1677م، عثر الإنجليزي روبرت بلوت Robert Plot على ما عُدَّ بعد 220 عاماً نهاية عظم الفخذ للديناصور عملاق ثانوي الأطراف من أكلة اللحوم. بينما حظي بلوت بشهادة واسعة في حياته عندما أدعى بأنها خصية متحجرة لمارد عملاق، مبرهنًا صحة القصص القائلة بوجود المرددة والعمالقة يوماً ما.

\* علم الإحاثة paleontology هو العلم المختص بدراسة الحياة القديمة، من حيث هيئتها ونشأتها، بيئتها وتطورها، وما يمكن أن تخبرنا به عن الماضي العضوي وغير العضوي للأرض - المترجم.

كان واضحاً رضوخ العلم تحت وطأة عصور مظلمة حين عام 1824م الذي شهد كتابة رجلين إنجليزيين، كلا على حدة، مقالات عن اكتشافهما للديناصورات، فنالا سوية هذا الشرف عن جدارة واستحقاق.

في عام 1809م (50 عاماً قبل اكتشاف داروين لمفهوم التطور) عاش الطبيب الريفي الإنجليزي جيديون مانتل Gideon Mantell في ليويس بمقاطعة سوسكس الإنجليزية. خلال زيارته لأحد مرضاه يوماً ما، قامت زوجته ماري آن Marry Ann بجولة قصيرة ثم جاءت له بعدد من الأسنان الغريبة عشرت عليها أثناء جولتها تلك. كان واضحاً أن هذه الأسنان الكبيرة تعود لأكلة الأعشاب ولكنها من الكبير ما يعارض مناسبتها لأي حيوان معروف. كان مانتيل يهوى جمع الآثار المتحجرة للحيوانات القديمة لستوات طويلة ولكنه لم يعهد أسناناً كهذه قط. فرجم إلى موقع الحدث من جديد وأدرك بأن طبقات الصخور تعود إلى العصر الميزوزوي. فالأسنان قديمة قدم ملايين عدة من السنين إذن!

لم تكن هذه العظام أولى العظام الكبيرة التي يعثر عليها مانتيل، ولكنها كانت الأغرب بالتأكيد. فأخذها إلى العالم الطبيعي الفرنسي الشهير شارلز كوفيه Charles Cuvier الذي أعتقد بأنها تعود لحيوان اعتيادي شبيه بوحيد القرن. فقد مانتيل اهتمامه بهذه الأسنان بعد ذلك.

تصادف أن رأى مانتيل عام 1822م أسنان حيوان *إيغوانا*<sup>\*\*</sup> وتذكر لفوره بأن هذه الأسنان هي النسخة المصغرة طبق الأصل لتلك التي عثر عليها قبل ثلاثة عشر عاماً. إضافة إلى العظام الأخرى التي عثر عليها في ذلك الموقع، دعا مانتيل باكتشافه لحيوان زاحف قديم عملاق أسماه *iguanodon* «الإغواندون» (إشارة إلى تشابه أسنانه مع أسنان الإيغوانا)، وسارع إلى نشر اكتشافه عام 1824م.

خلال الفترة ذاتها، كان وليام بوكلاند William Buckland أو كسفورد، منهتما بجمع المتحجرات بمنطقة سونسفيلد الإنجليزية. وخلال جولة له عام 1822م، اكتشف عظم فك وعدة عظام فخذ لمخلوق قديم عملاق (اتضح أنه ذاته الذي اكتشفه روبرت بلوت قبل 150 عاماً ولكن دون التعرف عليه).

حدد بوكلاند من هذه العظام بأن هذا الوحش كان ثنائي الأطراف ومن أكلة اللحوم. ومن تركيب العظام أوضح بوكلاند انتقامه لعائلة الزواحف، فأسماه

---

<sup>\*\*</sup> هو جنس من السحالي يستطيع المناطق المدارية لأمريكا الوسطى والجنوبية والكاربي - المترجم.

«مegalosaurus» (معنى السحلية العملاقة) ونشر تقريراً عنه عام 1824م. وبذين التقريرين المنشورين بدأ اكتشاف عصر الديناصورات.

حقائق طريفة: كلمة ديناصور *Dinosaur* مشتقة من اللغة الإغريقية بمعنى «السحلية المخيفة». وكثيراً ما تسمى الديناصورات بأسماء إغريقية تناسب شخصيتها أو مظهرها، فالفيلوسيرابتور تعني «اللص السريع» والترابيسراطوبس تعني «الرأس ثلاثي القرون».



## العصور الجليدية

Ice Ages

سنة الاكتشاف 1837 م

ما هذا الاكتشاف؟ يتضمن ماضي الأرض فترات من مناخ مختلف جدرياً -  
العصور الجليدية - قياساً بالحاضر الطفيف التغير مناخياً

من المكتشف؟ لويس أغاسيز Louis Agassiz

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لقد كانت تلك فكرة ثورية: ليس مناخ الأرض هو ذاته على الدوام. فقد افترض جميع العلماء وللألاف السنين بأن مناخ الأرض ثابت دون تغير على مر الأزمنة، إلى أن جاء لويس أغاسيز بالدليل على تغطية جميع أوروبا بأهوار جليدية يوماً ما. فمناخ الأرض لم يكن كما هو عليه الآن. بهذا الاكتشاف أوجد أغاسيز مفهوم الأرض الأبدية التغير.

كشف هذا الاكتشاف النقاب عن عدد من الألغاز البيولوجية التي حيرت العلماء لقرون من الزمن. كما ويعتبر أغاسيز أول عالم يسجل بيانات ميدانية دقيقة وواسعة النطاق لدعم وإرساء نظرية جديدة. لقد ساهم عمل أغاسيز بالكثير لافتتاح حقل الجيولوجيا ولبلورة نظرتنا الحديثة عن تاريخ كوكبنا الأم.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لطالما عد لويس أغاسيز Louis Agassiz نفسه جيولوجيًّا أكثر من كونه أستاذًا جامعياً. فخلال أسبوع من جولاته التسكعية في جبال الألب بموطنه سويسرا بأواخر عام 1820م، لاحظ أغاسيز العديد من الظواهر الفيزيائية حول المظاهر الخارجية للأهوار الجليدية في وديان سويسرا. فبداية، كانت الأهمر الجليدية تشق مسيراًها على المحدار الوديان التي كانت على شكل حرف U - بوجود قيعان مسطحة للوديان. أما وديان الأهمر الغير الجليدية فكانت دائماً على شكل حرف V. فظن للوهلة الأولى بأن الأهوار الجليدية قد تكونت بشكل طبيعي في هذه الوديان، ثم ما لبث أن أدرك بأن الأهوار الجليدية هي التي نحت الوديان وأكسبتها شكلها المميز.

لاحظ أغاسيز بعد ذلك تحفقات أفقية وخدشات في الجدران الصخرية لوديان الأهار الجليدية هذه - عادة على مسافة ميل أو أكثر أمام النهر الجليدي نفسه. ثم فهم أخيراً بأن العديد من هذه الوديان قد أبرزت جلاميد وأعمدة صخرية عظيمة في أسفلها بحيث لا يُعرف عن آية قوة أو عملية ترسبيها إياها.

بعدها بفترة وجiza، أدرك أغاسيز بأن ما يدرس من آهار جليدية جبلية لا بد أن كانت أكبر وأطول بكثير في الماضي السحيق، وبأنها حفرت الوديان وحولت الصخور التي خدشت جدران الوديان الصخرية ورسّبت جلاميد عملاقة في قيعانها.

في أوائل أعوام 1830م، ساح أغاسيز إنجلترا والمناطق الأوروبية الشمالية الواطئة. وهناك أيضاً وجد ودياناً على شكل حرف U كما وجد تحفقات أفقية وخدشات في الجدران الصخرية للوديان مع وجود جلاميد عملاقة جائمة بشكل مرrib عند أسفلها.

بدا كل شيء كالعلامات الفارقة للأهار الجليدية التي درسها في موطنها الأصلي سويسرا، ولكنه لم يعثر على أي أثر للأهار جليدية على بعد مئات الأميال وبكافحة الاتجاهات. في عام 1835م، توصل إلى حقيقة يستحق عليها كل احترام وتقدير، ألا وهي أن أوروبا كانت مغطاة بأهار جليدية عملاقة في فترة ما من تاريخها الغابر. فماضي القارة مختلف بشكل جذري عن حاضرها، كما هو الحال مختلف أيضاً من زمن آخر.

ولفرض الإبداء بهذه الفكرة الثورية، كان حريراً به إثباتاً أولاً. فقضى أغاسيز وبمساعدة من المساعدين المأجورين سنتين من البحث عن الأهار الجليدية في جبال الألب موثقين ما يعثرون عليه من علامات تحكي قصص الأهار الجليدية القديمة التي غطّت قارة أوروبا يوماً ما.

نزل اكتشاف غلاسيز كالصاعقة على الوسط الجيولوجي في العالم أجمع، وذلك عند نشره لها عام 1837م. لم يسبق لأي باحث سابق أن جمع كل هذا الكم الهائل والمفصل من البيانات الميدانية لتدعيم نظرية جديدة. ونظراً ل نوعية بياناته الميدانية، قُبِلت نتائج غلاسيز فوراً إعلاناً - رغم أنها غيرت جذرياً في جميع النظريات التي تواجهت آنذاك حول ما حاضي كوكب الأرض.

رسم أغاسيز لوحة حية للعصور الجليدية وأثبت وجودها التاريخي. ولكن يُعزى للفيزيائي اليوغسلافي ميلوتين ميلانكوفيتش Milutin Milankovich شرح سبب حدوثها، وذلك عام 1920م. فقد أظهر بأن مدار الأرض ليس بال دائري ولا يبقى على شاكته بتعاقب السنين والقرون، بل أثبت بأنه يتذبذب بين كونه أكثر تطاولاً وأكثر

استدارة بدورة عمرها 40000 سنة. فعندما أنساق الأرض مع مداره إلى موقع أبعد بقليل عن الشمس في الشتاء، حدثت العصور الجليدية. وقد أكد علماء الناسا هذه النظرية ببحث أجروه مؤخراً بين عامي 2003 و2005م.

**حقائق طريفة:** خلال العصر الجليدي الأخير، امتدَّ نهر أمريكا الشمالية الجليدي جنوباً نحو ما تقع فيه مدينة سانت لويس حالياً وكان أسمك من ميل في مينيسوتا وداكتوناس. تراحمت كميات هائلة من الجليد في هذه الأنهار الجليدية الواسعة مما جعل مستوى سطح البحر أدنى بحوالي 500 قدم مما هو عليه اليوم.



---

\* خلال العصور الجليدية، كانت شبه الجزيرة العربية والصحراء الكبرى ببطأ الرياح الغربية المطرة التي هبَّ الآن على غرب أوروبا، فكانت عبارة عن مراكع خضراء ملئها الأنهار والوديان الخصبة - المترجم.

## السعرات (وحدات الطاقة)

Calories (Units of Energy)

سنة الاكتشاف 1843 م

ما هي الاكتشاف؟ تغير جميع انواع الطاقة والشغل الميكانيكي مكافحة  
وعكن تحويلها من نوع آخر  
من المكتشف؟ جيمس جول James Joule

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

من المعروف لنا الآن إمكانية تحويل الشغل الميكانيكي والكهرباء والزخم والحرارة والقوة المغناطيسية... الخ ببعضها البعض، رغم وجود حالة فقدان في العملية. وقد أفادتنا هذه المعرفة بشكل هائل في تطوير صناعتنا وتقنياتنا المعاصرة. لكن لم تطرأ هذه الفكرة على بال أحد حتى قبل 200 عام فقط.

اكتشف جيمس جول بأن كل نوع من الطاقة يمكن تحويله إلى كمية مكافحة من الحرارة. وبهذا يُعد أول عالم يأخذ بمقاييس المفهوم العام للطاقة والكيفية التي تتكافأ بها مختلف صورها. كما وُيعد اكتشاف جول الركيزة الأساسية لقانون حفظ الطاقة (الذي اكتشف بعد 40 عاماً) وكذلك لتطوير حقل ديناميكا الحرارة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

مولوداً عشيّة عيد الميلاد عام 1818م، نشأ جيمس جول James Joule وسط عائلة ميسورة الحال بمدينة لانكشاير الإنجليزية. تلقى تحصيله العلمي من مدرسيين خصوصيين، وبعمر العشرين بدأ بالعمل في مصنع حفر العائلة.

أول مهمة فرضها جول على نفسه كانت في إمكانية تحويل مصنع الحمر من نوعه البخاري إلى النوع الكهربائي الأكثر حداثة آنذاك. فدرس المكائن ومصادر الطاقة، كما درس تيارات الطاقة الكهربائية وراقه ملاحظة تسخن الأسلاك الكهربائية لدى مرور التيار من خلالها. فأدرك بأن بعض من الطاقة الكهربائية كان يتتحول إلى حرارة.

شعر جول بأهمية حساب مقدار الطاقة الكهربائية الضائعة تلك، فبدأ بتجارب عن كيفية تحول الطاقة من كهربائية إلى حرارية. وعادة ما كان يحرق نظم الأمان لنفسه وللآخرين أثناء

إجراء تجاري، فكثيراً ما كانت الخادمة المسكينة تفقد وعيها جراء الصدمات الكهربائية التي كانت تتلقاها من سيدتها الذي لم يفلح قط في تحويل مصنع الخمر إلى النوع الكهربائي، إلا أن هذه التجارب لفتت انتباهه إلى مسألة أخرى - تحويل الطاقة من نوع لآخر.

كان جول تقىاً شديد التدين، فآمن بوجود اتحاد جمیع قوى الطبيعة وبأن الحرارة هي الصيغة النهائية والطبيعية لحساب تكافؤ مختلف أنواع الطاقة.

قلب جول اهتمامه إلى دراسة تحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة حرارية. ففي الحياة الطبيعية لا بد من الجسم المتحرك (الذي يمتلك طاقة الزخم الميكانيكية) أن يتوقف في نهاية المشوار. إذن، ما الذي حدث لطاقة؟ فأجرى سلسلة من الاختبارات على الماء لقياس تحويل الحركة الميكانيكية إلى حرارة.

ذاع صيت الثنين من تجارب جول تلك. ففي أولاهما قام بغمض اسطوانة نحاسية ملؤة بالهواء بحضور فيه ماء ثم قاس حرارة الماء. بعدها قام بضم الهواء إلى داخل اسطوانة حتى وصول الضغط إلى 22 جول. حسب قانون الغاز فإن الشغل الميكانيكي اللازم لإحداث هذه الزيادة في ضغط الهواء لابد أن يصدر حرارة، ولكن هل كان ذلك ليحدث فعلاً؟ قاس جول زيادة قدرها 0,285 درجة فهرنهايت في حرارة للماء. نعم، لقد تحولت الطاقة الميكانيكية إلى حرارية.

وفي التجربة الأخرى، قام جول بربط مجاذيف على عمود شاقولي أنزله إلى حوض فيه ماء. ثم أسقط عدداً من الأجسام داخل الحوض مسببة تدوير المجاذيف في الماء. من المفترض أن يتحول هذا الجهد الميكانيكي جزئياً إلى حرارة. فهل حصل ذلك فعلاً؟

لم تكن النتائج مرضية لحين استعمال جول للرئيق السائل بدل الماء. وباعتبار الأخير سائلاً أثقل، ثبت جول بسهولة أن الجهد الميكانيكي يتحول إلى حرارة بنسبة ثابتة. فقد سخن السائل بمجرد تحريكه.

أدرك جول أن بالإمكان تحويل جميع أشكال الطاقة إلى كميات متكافئة من الحرارة. فنشر نتائجه هذه عام 1843م متضمناً فيها وحدات قياسية للطاقة الحرارية لغرض حساب المقادير المتكافئة تلك. ومنذ ذلك اليوم وعلماء الفيزياء والكيمياء يستعملون هذه الوحدات في حساباتهم وأسموها joules أو «جولات» - تيمناً باسم هذا العالم الجليل. أما علماء الأحياء، فيفضلون استعمال وحدة بديلة تدعى calorie أو «السيرة» - حيث كل سورة واحدة تساوي 4,18 جولاً.

بـهـذا الاكتشاف الـذـي يـقـضـي بـيـامـكـانـيـة تـحـوـيل أيـنـوـع مـنـ الطـاـقة إـلـى كـمـيـة مـتـكـافـة مـنـ الطـاـقة الـحـرـارـيـة، مـهـدـ جـول طـرـيقـاً مـعـبـداً لـلـاـرـتـقاء بـدـرـاسـاتـ الطـاـقةـ وـالـمـيـكـانـيـكاـ وـالـتـفـقـيـاتـ.

**حقائق طريفة:** إن السعرات المكتوبة على علب الأغذية هي في الواقع كيلو سعرات، أي وحدات تساوي 1000 سعرة. وتعرف السعرة بأنها كمية الطاقة اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة سيلزية واحدة. فلو أحرقت 3,500 سعرة خلال ترين عضلي ما، فهذا يعني أنك قد أحرقت وبالتالي فقدت رطلاً واحداً (0,45 كغم). على أية حال، حتى التمارين الأكثر شدة وإرهاقاً نادراً ما تحرق أكثر من 1000 سعرة في الساعة.



## حفظ الطاقة

Conservation of Energy

سنة الاكتشاف 1847 م

ما هذا الاكتشاف؟ الطاقة لا تنتهي ولا تستجده. يمكن تحويلها من نوع آخر، ولكن يبقى إجمالي الطاقة ثابتاً دائماً ضمن نظام مغلق  
من المكتشف: هيرمان فون هيلمھولتز

Hermann von Helmholtz

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لا تضيع الطاقة أبداً، ويمكن أن تحول من نوع آخر مع عدم تغير كميّتها الإجمالية. لقد ساعد هذا المبدأ العلماء والمهندسين لصنع نظم الطاقة التي تشغل أصواتاً غرفتك وأجهزتك المنزلية وسيارتك. إنه يُدعى مبدأ حفظ الطاقة ويعُد واحداً من أهم الاكتشافات في العلوم قاطبة، بل ويُطلق عليه المبدأ الأهم والأكثر جواهريةً في الطبيعة جماء. فهو يشكل القانون الأول في ديناميكا الحرارة، ومفتاح فهم التحول المتبدّل لأنواع الطاقة المختلفة. حقاً عندما حشد هيرمان فون هيلمھولتز جميع تلك الدراسات والمعلومات لاكتشاف هذا المبدأ، فإنه قد غيرَ العلم والهندسة إلى أيد الآبدين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد هيرمان فون هيلمھولتز Hermann von Helmholtz في بوتسدام بألمانيا عام 1821م، وتعرّف في كنف عائلة تهّنن تجارة الذهب. بعمر السادسة عشرة، حصل على زمالة حكومية للدراسة الطبية لقاء عشرة أعوام من الخدمة في الجيش البروسي. كانت دراسته الرسمية الطب في معهد برلين الطبي، إلا أنه كثيراً ما كان يتسلّل إلى جامعة برلين لحضور دروس الكيمياء والفلسفة.

خلال خدمته العسكرية، نال هيلمھولتز تخصيصاً بجثيّاً لدى إثباته بأن عمل العضلات يعتمد على مبادئ كيميائية وفيزيائية وليس مشتقاً من «قوّة حيويّة غير معرفة». كان الكثير من الباحثين آنذاك يجدون في مفهوم «القوّة الحيويّة» ملاذاً آمناً كلما أعيّن لهم أمر ما أو تعسر عليهم فهم مشكلة معينة. وكان هذه «القوّة الحيويّة» قادرة على صنع طاقة سرمدية من العدم المطلق.

أراد هيلمehولتز أن يثبت إمكانية تحليل جميع القوة المنتجة عن العضلات بدراسة تفاعلات فيزيائية (ميكانيكية) وكميائية ضمن العضلات نفسها. لقد هم إذن برفع الحصانة عن نظرية «القوة الحيوية»! وخلال مسعاها ذلك، تكون لديه إيمان راسخ ببدأ حفظ الجهد والطاقة (لا عمل يمكن أن يُنجز من دون أن يأتي من مكان ما أو يُضاع من دون أن يذهب إلى مكان ما).

الآن، درس هيلمehولتز الرياضيات سعياً منه لإثبات أن جميع الشغل مرده عمليات فيزيائية طبيعية وذلك من خلال إبداء وصف أفضل لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حركية (الحركة والشغل) وتحويل التغيرات الفيزيائية للعضلات إلى شغل.

استطاع هيلمehولتز أن يثبت أخيراً بأن الشغل لا يمكن توليه باستمرار من «العدم»، وهذا ثُمن من تشكيل مفهومه عن تحويل الطاقة الحركية. قرر بعدها أن يطبّق مفهوم التحويل هذا على موضع مختلف، فقام بجمع المعلومات العديدة ذات العلاقة والتي سبق أن اكتشفها علماء آخرون - أمثال جيمس جول وبيوليوس ماير وبير لابلاس وأنطوان لافوازье وآخرون من كان لهم باع طويلاً في دراسة تحويل أنواع الطاقة بعضها البعض أو تحويل نوع معين منها لأنخر (كالتزخم مثلاً).

عزز هيلمehولتز هذه الدراسات بتجاربه الخاصة من خلال إظهاره المرة تلو الأخرى بأن الطاقة لا تضيع أبداً. يمكن أن تحول إلى حرارة أو صوت أو ضوء ولكنها تبقى في الوجود ويمكن الاهتداء إليها وحسابها.

أدرك هيلمehولتز عام 1847م بأن عمله هذا قد أثبتت النظرية العامة لحفظ الطاقة والتي تفيد بأن كمية الطاقة في الكون (أو ضمن أي نظام مغلق) تبقى ثابتة دوماً. يمكنها التحول طبعاً بين أنواع مختلفة (كهرباء، مغناطيسية، طاقة كيميائية، طاقة حركية، ضوء، حرارة، صوت، طاقة كامنة، أو زخم)، ولكنها لا تُفنى ولا تستحدث.

لقد جاء التحدى الأكبر لنظرية هيلمehولتز من علماء الفلك الدارسين للشمس. فلو كانت الشمس لا (تستحدث) الطاقة الضوئية والحرارية، فمن أين لها بكل هذه الكميات الهائلة من الإشعاعات التي تبها؟ لا يعقل أنها تحرق مادتها الأصلية ذاتها كما هو الحال في البيران الاعتيادية. أما علماء اليوم فقد أظهروا بأن الشمس ستسهل ذلك نفسها في غضون 20 مليون سنة لو أحرقت كلّتها حقاً في توليد الضوء والحرارة.

لقد لزم هيلمehولتز خمس سنوات ليكتشف بأن الجواب يكمن في الجاذبية. فالشمس تكمل على ذاها بشكل بطيء، في حين تحول قوة الجاذبية إلى ضوء وحرارة، فعاش جوابه هذا ثمانين عاماً حين اكتشف الطاقة التروية. الأهم من كل هذا أن المفهوم الأساسي لحفظ الطاقة قد اكتشف واعتمد\*.

حقائق طريفة، مبدأ حفظ الطاقة إضافة لمفهوم الانفجار الكبير يخبرنا بأن جميع ما وُجد وسيتوارد من الطاقة في أي مكان من الكون كان متواجداً لدى حدوث الانفجار الكبير. فجميع ما يحترق من نار وينتشر من حرارة على متن أي نجم أو في باطن أي بركان كان، وكذلك جميع الطاقة المتضمنة في حركة أي كوكب أو مذنب أو نجم كان - قد تحرر لدى اندلاع الانفجار الكبير. لا بد أن يكون ذلك انفجاراً جباراً!



---

\* عُرف عن هيلمehولتز اختراعه لنظار العين ophthalmoscope عام 1851م. قال عنه آيشتاين: «أنا معجب بالعقل المبدع الطليق هيلمehولتز» - المترجم.

## تأثير (ظاهره) دوبлер

Doppler Effect

سنة الاكتشاف 1848م

ما هي الاكتشاف؟ تردد أو نقل ترددات الصوت - والضوء - اعتماداً على حركة المصدر باتجاه أو بعيداً عن المراقب  
من المكتشف؟ كريستيان دوبлер Christian Doppler

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يعتبر تأثير (ظاهره) دوبлер من أقوى وأهم المفاهيم المكتشفة في علم الفلك على الإطلاق. فقد سمح للعلماء بقياس سرعة واتجاه حركة نجوم و مجرات تبعنا بعشرات الآلاف. كما فك طلاسم المجرات والنجموم شديدة البعد وقد إلى اكتشاف المادة المتعمة وكذلك العمر والحركة الحقيقيين للكون. استعمل هذا المبدأ كمادة دسمة للعديد من البحوث في الكثير من الحقول العلمية وبشكل قلما نافسه فيه أي مبدأ آخر. نظراً لأهمية اكتشاف دوبлер، فإنه يدرس اليوم ضمن جميع المباحث العلمية للصوف المتوسطة والإعدادية في العالم.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان الرجل النمساوي المولد المدعو كريستيان دوبлер Christian Doppler مثالاً لعلم الرياضيات المكافحة - وذلك لسبعين اثنين. أو همما أنه كان قاسياً جداً على طلابه ما أثار سخط أولياء أمورهم ومدرائه في العمل على حد سواء، وثانياً لأنه أراد فهماً كاملاً لكل ما كان يعلمه من مفاهيم رياضية وهندسية. فتبذبذب بين العمل في التدريس وبطلازه خلال أعوام 1820 و1830م عندما كان في العشرينات والثلاثينيات من عمره. ولكن كان دوبлер محظوظاً حقاً لدى اختياره لشغل منصب تدريسي شاغر معهد فيينا للتكنولوجيا المتعددة عام 1838م.

باواخر العقد الثالث من القرن التاسع عشر، كانت القطارات القادرة على تجاوز سرعة 30 ميلاً/ساعة قد بدأت توغل إلى عمق الريف النمساوي. كانت هذه القطارات تطلق ظاهرة صوتية لم يعهدوا الناس من قبل، كما ولم يعهدوا الانتقال بأسرع من هرولة

الهchan. فقد سمحت هذه القطارات للناس ملاحظة تأثير حركة جسم ما على الأصوات الصادرة منه.

كان دوبлер يراقب عبور القطارات في سره وبدأ بتحليل سبب هذه التحولات الصوتية التي يسمعها. وفي عام 1843م، وسع من نطاق تفكيره ليضمن موجات الضوء أيضاً تحت نظرية عامة مفادها أن حركة الجسم تزيد أو تقلل تردد الصوت والضوء الصادر عنه بالنسبة لمراقب ساكن، ودعا بأن هذا التحول هو السبب وراء الصبغة الحمراء والزرقاء للضوء الصادر عن النجوم التوأمية البعيدة (التوأم الذي يدور باتجاه الأرض سيصدر ضوءاً أعلى ترددًا - يزاح باتجاه الأزرق. أما التوأم الآخر الذي يدور بعيداً، فإنه سيصدر ضوءاً أقل ترددًا - يزاح باتجاه الأحمر).

في تقرير رفعه إلى الجمع العلمي البويهي \* عام 1844م، قدم دوبлер نظريته القائلة بأن حركة الأجسام المتحركة باتجاه المراقب تضغط الموجات الصوتية والضوئية بشكل تبدو فيه مزاحمة نحو نغمة صوتية أرفع وتتردد لوين أعلى (الأزرق) على التوالي، والعكس يحدث عند حركته بعيداً عن المراقب (نغمة صوتية أدنى وتتردد لوين أقل - نحو الأحمر). دعا كذلك إلى أن نظريته تفسر الصبغة الزرقاء والحمراء التي عادة ما تلاحظ على الضوء الصادر عن النجوم البعيدة. وبينما كان صابباً في دعوه الأخيرة من المفهوم التقني فقط، إلا أن هذا الانزياح كان من الصغر بحيث لا تستوعب أحجزة زمانه تفصيه.

وجد دوبлер نفسه في موقف التحدي لإثبات نظريته. فلم يسعه الضوء نظراً لبداية قابلية التلسكوبات وأجهزة الحساب في هذا المجال. فقرر على إثرها توضيح نظريته معتمداً على الصوت.

في تجربته الشهيرة عام 1845م، وضع فرقة من الموسيقيين في قطار وطلب منهم العزف على النغمة ذاتها بأبوافهم، بينما وقفت فرقة أخرى من الموسيقيين الضليعين بدراسة طبقات الصوت على رصيف الخطوة مهمتهم تسجيل النغمة التي يسمعونها لدى اقتراب القطار ومن ثم ابعادها عنهم. وكان ما أجمعوا عليه كتابات جميع الموسيقيين المستمعين: نغمة أعلى بقليل ثم أدنى بقليل مما عزف عليه زملائهم المتحركون في القطار.

---

\* نسبة إلى مملكة بوهيميا (جمهورية التشيك حالياً)، حيث كانت جزءاً من إمبراطورية النمسا حينذاك - المترجم.

أعاد دوبлер تجربته مستعيناً هذه المرة بمجموعة ثانية من عازفي الأبواق على رصيف المحطة، وطلب منهم عزف ذات النغمة التي يعزف عليها عازفو القطار. ولدى مرور القطار باللحظة، كان واضحاً للمستمعين اختلاف النغمات. فقد بدا للجميع تعارض النغمات المتحركة والثابتة مع بعضها البعض مشكلاً توجياً نبيضاً.

يتأبه له وجود هذه الظاهرة، وضع دوبлер اسمه عليها - ولكنه لم يحظَ قط بالشهرة التي ابتعاه في حياته. فتوفي عام 1853م في وقت كان فيه المجتمع العلمي ببدايات اعتناقه لهذا الاكتشاف وبالتالي امتصاص فرائده واستثماراته الجليلة.

حقائق طريفة، تم الاعتماد على انتزاعات دوبлер لإثبات ظاهرة تعدد الكون. يمكن تشبيه ظاهرة تعدد الكون برغيف من خير السمسم قبل وضعه في الفرن، فحبات السمسم هنا ساكنة بالنسبة لبعضها البعض ضمن العجينة. ولكن عند البدء بتتسخين العجينة فإن الحبز المتكون يبدأ بالتتوسيع، فنرداد المسافة بين حبات السمسم على سطحه بالتدرج. فلو كانت حبات السمسم أعين ترى بها، لشاهدت أن جميع قريناها تبتعد عنها رغم أنها بدت ساكنة ضمن الرغيف. فالعجبية (الكون الخاص بها) هي وحدتها التي تتسع.



## النظرية الجرثومية

### Germ Theory

سنة الاكتشاف 1856م

ما هذا الاكتشاف؟ توجد كائنات دقيقة تعلو رؤيتها والامراض بها في كل مكان حولنا وتسبب المرض وتعفن الطعام  
من المكتشف؟ لويس باستير Louis Pasteur

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

في زمن كانت منتجات الالبان فيه تحمض وتفسد في غضون أيام قلائل، واللحم يتعفن في فترة قصيرة، اعتاد الناس أن يشربوا حليب الماعز والقر طازجاً دوماً. فكان على المستهلك أن يعيش قرب حيوانه الحلوبي، طالما أن الحليب كان يفسد يوم أو اثنين.

ثم أثبتت لويس باستير بأن هناك كائنات مجهرية دقيقة تسبح في كل مكان حولنا وبعيداً عن مداركنا الحسية. لقد كانت هذه الكائنات الدقيقة سبباً وراء تحول الطعام إلى مجرد نهاية محملة بالأمراض ومجيئها، بل كانت ذاكما التي تخرب جسم الإنسان خلال الجرروح والعمليات لتسبب له المرض والعدوى. اكتشف باستير عالم الأحياء المجهرية وجاء بالنظريّة القائلة بتسبيب الجراثيم للأمراض، كما وقدم الحل أيضاً باختراعه لعملية البسترة - وهي عملية بسيطة لإزالة هذه الكائنات من الأطعمة السائلة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في خريف عام 1865م، كان لويس باستير Louis Pasteur في الثامنة والثلاثين من عمره وفي رابع سنة له كمدير للشؤون العلمية في ايكلول نورمبل، الصرح العلمي المشهور بباريس. لقد كان ذاك منصبأً إدارياً مرموقاً، إلا أن رغبة باستير الحقيقية كانت على البحث الميداني الكيميائي وهذا ما أثار امتعاضه.

آمن العديد من العلماء بأن الكائنات الدقيقة لا تتناضل بل توالد ذاتياً من الجزيئات المتحللة للمادة العضوية ففسد الحليب وتعفن اللحم. فها هو فيليكس بوشيه Felix Pouchet، المتحدث الرئيسي لهذه المجموعة، قد نشر لتوه مقالاً يدعو فيه إلى القبول بهذه الفكرة.

أما باستير فاعتبر مقالة بوشيه مجرد قطعة نهاية لا خير فيها. إذ أن اكتشافه السابق بأن الكائنات الحية المجهريّة (أو الخمائير كما أصلح على البكتيريا آنذاك) موجودة دائمًا خلال - و بالتالي بدت السبب في - عملية تحمير النبيذ، جعله يتوقع لهذه الكائنات المجهريّة أن تعيش في الهواء لتسقط ببساطة على الطعام والأحياء الأخرى، فتتكاثر بسرعة فقط عند عثورها على مادة متحللة تتغذى عليها.

كان هناك سؤالان اثنان في محور الجدل. أولهما، هل توجد الميكروبات الحية فعلًا في الهواء؟ ثانيهما، هل يمكن للميكروبات أن تنمو تلقائيًا (في محيط معقم حالًًا من الميكروبات)؟

قام باستير بتسخين أنبوب زجاجي بغرض تعقيم الهواء الموجود فيه، ثم خسم النهاية المفتوحة للأنبوب بقطن البارود واستعان بمضخة مفرغة لسحب الهواء من خلال مرشح القطن إلى داخل الأنابيب الزجاجي المعقم ذاك.

اقتبع باستير بأن آية ميكروبات في الهواء لا بد أن تجتمع على السطح الخارجي للمرشح القطني أثناء امتصاص الهواء من خلاله. وهكذا فإن غزو البكتيريا على المرشح سيثبت بأن الميكروبات موجودة بشكل حر في الهواء، بينما غواها داخل الأنبوة المعقمة سيثبت عملية التوليد الذائي.

بعد 24 ساعة، تحول السطح الخارجي للقطن إلى لون بني عكر جراء غزو البكتيريا، بينما بقيت الأنبوة صافية من الداخل. لقد أجبَ السؤال رقم واحد. نعم، توجد الكائنات المجهريّة في الهواء وتتكاثر حال تجمعها (كما حصل على القطن المستعمل في التجربة).

والآن حان دور السؤال رقم اثنين. كان على باستير مهمّة إثبات أن البكتيريا الدقيقة لا تتوالد ذاتيًّا.

حضر باستير سبيكة غية بالطعام (كوجبة شهية للبكتيريا الجائعة) في كوب مختاري كبير ذو عنق زجاجي مائل طويلاً. فسخن الدورق لحد غليان السبيكة وتوهج الزجاج بغرض قتل أي بكتيريا موجودة أصلًا على السبيكة أو في الهواء المخصوص داخل الكوب، ثم أغلق فوهة هذا الكوب المعقم بسرعة. الآن، أي غزو بكتيري لا بد أن يكون سببه التوالد الذائي. وأخيرًا، وضع الكوب في فرن صغير كان يستعمله لتسرير غزو الاستزراعات البكتيرية.

بعد أربع وعشرين ساعة، تحقق باستير من كوبه، فوجده نظيفاً تماماً. ثم كرر مراقبته يومياً ولددة ثمانية أسابيع دون أن يلاحظ أي نمو بكتيري كان. فالبكتيريا إذن لا تتواجد ذاتياً.

كسر باستير عنق الدورق مما سمح بدخول الماء الخارجي الغير المعقم إليه. فلم تنقض سوى سبع ساعات ليلاحظ تكون تكتلات صغيرة من النمو البكتيري، لتسع بعد ذلك إلى أن غطت سطح السبيكة كاملاً ضمن 24 ساعة.

كان بوشيه مخطنا في دعواه. فبدون التصاق البكتيريا الأصلية العالقة في الماء بالمادة الغذائية، لا نمو يُذكر أبداً للبكتيريا، فهي لا تتواجد ذاتياً.

نشر باستير اكتشافاته منتسباً بروح الانتصار. والأهم من ذلك، تخوض عن اكتشافه النفيس فرع جديد واسع من الدراسة يدعى علم الأحياء الجهرية.

حقائق طريفة: القطن المتربي يحمل قرابة 320 مليون جرثوم مرضي.



## نظريّة التطّور\*

The Theory of Evolution

سنة الاكتشاف 1858 م

ما هذا الاكتشاف؟ تطّور الأنواع على مر الزمن للحصول على أفضل استهادة من بيئتها الخليقة، لتعطى أصلح الأنواع لبيئتها بالفضل فرص العيش والبقاء من المكتشف؟ تشارلز داروين Charles Darwin

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

تعتبر نظرية داروين في التطور ومفهومها عن البقاء للأصلح الاكتشاف الجوهرى والأهم في علم الأحياء والبيئة الحديثين. يبلغ عمر اكتشافات داروين 150 عاماً وهي ما زالت تشكّل أساسيات فهم العلماء بتاريخ وتطور الحياة النباتية والحيوانية.

لقد ردت نظرية داروين على عدد لا يحصى من الألغاز التي حيرت علماء الأنثروبولوجيا والإحاثة، وفسّرت الانتشار الواسع والتصميم المميز للأنواع والأنواع الثانوية على سطح الأرض. في حين أثارت هذه النظرية الكثير من نعرات الاختلاف والمعارضة، إلا أنها لاقت في صفتها جبالاً من البيانات العلمية الدقيقة التي ثبّتها ودعمتها على مر الـ150 سنة الفائنة. كانت كتبه الأكثر مبيعاً على أيامه ولا تزال تعطى بشرحها واسعة من قراء اليوم.

\* رغم اعتراف الفاتيكان بنظرية التطور مؤخراً، إلا أن هذه النظرية لا تزال تعتبر من أكثر النظريات إثارة للجدل. جاء اعتراف الفاتيكان على لسان رئيس المجلس البابوي للثقافة، المونسنيور جيان فرانكو رافاسي، يوم 9/9/2008 و ذلك في سياق الإعلان عن عزم الفاتيكان على عقد مؤتمر بمناسبة الاحتفال بالذكرى الـ150 لنظرية داروين في روما بشهر آذار/مارس من عام 2009م. و قال رافاسي إن «نظرية التطور لا تتعارض مع تعاليم الكنيسة الكاثوليكية و لا مع رسالة الانجيل و الالاهوت، و هي في الحقيقة لم تكن موضع إدانة يوماً». لكن قال رافاسي أن الفاتيكان لا ينوي الاعتذار عن الآراء السلبية السابقة، مضيّقاً بقوله «ربما يتّعّن علينا التخلّي عن فكرة تقديم الاعتذارات و كان التاريخ محكمة منعقدة إلى الأبد» وأكّد أن نظريات داروين لم «تتعرّض لإدانة الكنيسة الكاثوليكية ولم يحظّر كتابه قط».- المترجم.

## كيف جاء هذا الاكتشاف؟

دخل تشارلز داروين Charles Darwin جامعة كامبردج في 1827م ليصبح كاهناً، لكنه تحول إلى دراسة الجيولوجيا وعلم البات. تخرج عام 1831م، وبعمر الثانية والعشرين حظي بمكان على متن سفينة اش اس بيغل HMS Beagle التي أبحرت من إنجلترا إلى أمريكا الجنوبية والباسيفيك، وذلك بوصفه عالم طبيعة.

تمددت رحلة البيغل من ثلاثة سنوات لخمس. فتعجب داروين طوال حياته بذلك الكم اللامتناهي من الأنواع الحياتية التي شاهدها في كل مكان حلت عليه السفينة راحها. ولكن يعود الفضل الرئيس في تفقن أفكار داروين على نظريته الجديدة إلى تمديد وقتهم بجزر غالاباغوس بالخريط المادى.

في أول جزيرة من سلسلة الجزر التي زارها داروين (جزيرة تشاثام)، وجد داروين نوعين مختلفين من السلاحف - واحد طويل العنق يقتات على أوراق الأشجار، وآخر قصير العنق يقتات على أعشاب الأرض. كما وجد أربعة أنواع جديدة من عصافير الحسون (وهي طيور صغيرة صفراء واسعة التواجد في أغلب مناطق أوروبا). ولكن كانت هذه العصافير مناقير مختلفة الشكل عن بنات عمومتها في أوروبا.

وصلت البيغل ثالث جزر غالاباغوس (جزيرة جيمس) وذلك في تشرين الأول (أكتوبر) من عام 1835م. هنا، على خط الاستواء، لا فرق يُذكر بين يوم لثان وفصل لآخر.

و كعادته كل يوم على الساحل، رفع داروين حقيبة ظهره الملوءة بأوعية غاذج البحث مع دفتر ملاحظاته الصغير وشباكه ومصائد، منتلقا نحو المشهد المريع للحقول المتلوية من الحمم السوداء المسحوقه والتي تفتت على شكل موجات متعرجة عملاقة. فاعتبرت طريقه تشقطات صخرية عميقة فاغرة تصدر صفيرًا مزعجاً وأخيرة صفراء كثيفة. كانت الحمم مكسوّة بفتات خشب قصيرة وسوداء من لفحات الشمس الملتهبة، فبدت أقرب إلى الموت منها للحياة.

وسط هذا المشهد المريع، عشر داروين على بستان أشجار تغنى عليها الطيور. هناك جاءه العجب، إذ وجد النوع الثالث عشر والرابع عشر من عصافير الحسون، بمناقير أطول وأكثر استدارة قياساً بكل ما وقعت عليه عيناه من نظيراتها في الجزر الأخرى. والأهم من كل هذا، أنها كانت تقتات على ثمار التوت الحمراء الصغيرة.

في أي مكان آخر على وجه البسيطة، تأكل عصافير الحسون الحبوب إلا في هذه الجزيرة، فالبعض منها يأكل الحبوب، وبعض آخر الحشرات، وبعض ثالث ثمار التوت! والأدهى من ذلك، أن لكل نوع من هذه العصافير مقاراً مصمماً قاماً جمع ما يفضله من الطعام.

بدأ الشك يتوجّل في نفس داروين حول التعاليم الكنسية التي تقضي بأن الله خلق كل نوع من الكائنات الحية على الهيئة التي يتواجد عليها ودون أن يتغير. فقد استنتج بأن نوعاً ما من العصافير قد وصل في قديم الزمان إلى جزر غالاباغوس من أمريكا الجنوبيّة، ثم تفرّقت أفراده بين مختلف الجزر، فتكيفت (تطورت) لعيش أفضل في محیطها الخاص وحسب مصادر غذائتها المعينة. نشر داروين ملاحظاته هذه في كتابه *A Naturalist's Voyage on the Beagle* أو «رحلة عالم طبيعة على متن البيغل».

لدى عودته إلى بلاده إنجلترا، قرأ داروين مجموعة من مقالات عالم الاقتصاد توماس مالتوس Thomas Malthus والتي أوضح فيها ما كان يحدث للمجتمعات البشرية عند عجزها عن إنتاج ما يكفيها من الطعام، فالشرائح الأضعف كانت تموت جوعاً ومرضاً أو جراء التزاعات، الأقوىاء منهم فقط كانوا يعيشون. آمن داروين بانطباق هذا المفهوم على عالم الحيوان كذلك (البقاء للأصلح).

مزج داروين هذه الفكرة مع تجاربه وملحوظاته على متن سفينة البيغل ليستنتاج بأن جميع الأنواع الحياتية قد تطورت سعياً لضمان أفضل للعيش، وأسماء الانتخاب الطبيعي.

نظراً لكونه رجلاً خجولاً وأنطوائياً، عانى داروين عذاباً أليماً بداخله ولسنوات طوال حيال الكشف عن نظرية للرأي العام، إلى أن أقنعه علماء طبيعة آخرون لتأليف ونشر كتابه الأشهر *Origin of Species* أو «أصل الأنواع». بهذا الكتاب، أصبحت اكتشافات داروين ونظريته عن التطور نيراساً للعلوم البيولوجية.

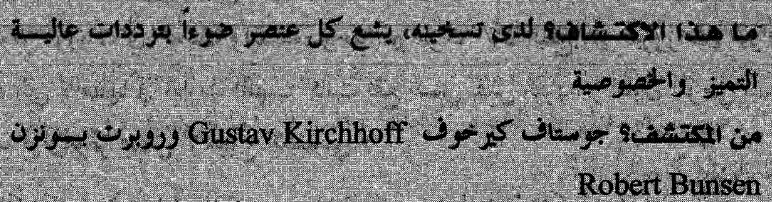
حقائق طريفة، تعتبر الوطاويط، بقابليتها فوق الصوتية على تحديد الصدى، الأكثر تطوراً في حاسة السمع من بين جميع الحيوانات البرية. فيها تستطيع أن تقصى حشرات بحجم البعوض وأشياء بصغر شعر الإنسان.



## التوأقيع الضوئية الذرية

Atomic Light Signatures

سنة الاكتشاف 1859م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

اكتشف عشرون عنصراً (بدءاً بالسيزيوم عام 1860م) باستعمال تقنية تحليل كيميائي واحدة. وهي التقنية ذاتها التي مكّنت علماء الفلك من تحديد التركيب الكيميائي لنجوم تبعدنا بـملايين السنين الضوئية. كما وسّحت لعلماء الفيزياء بفهم التيران الذري للشمس والتي بوجها تولد الحرارة والضوء، ومكّنت علماء فلك آخرين من حساب دقيق لسرعة وحركة النجوم والجراث البعيدة.

ما هذه التقنية إلا تحليل التصوير الطيفي، اكتشاف كيرخوف وبونزن، والتي تحلل الضوء المنبعث عن المواد الكيميائية المحرقة أو من نجم في أقصى الكون. فقد اكتشفا بأن كل عنصر يشع ضوءاً بتردداته الخاصة به فقط. وقد أمدَّ التصوير الطيفي بأول برهان على وجود العناصر الموجودة على الأرض في الأجرام الأخرى أيضاً - فالأرض ليست فريدة كيميائياً في الكون. كما و تستعمل تقنيتهما بشكل روتيني من قبل العلماء في كل حقول العلم تقريباً من بيولوجية وفيزيائية وأرضية.

### كيف جاء هذا الاكتشاف؟

شهد عام 1814م اكتشاف الفلكي الألماني جوزيف فراونهوفر Joseph Fraunhofer شهد عام 1814م اكتشاف الفلكي الألماني جوزيف فراونهوفر Joseph Fraunhofer بأن طاقة الشمس لا تشع بشكل متساوٍ في جميع الترددات للطيف الضوئي، بل تتکثف في بروزات طافية عند ترددات خاصة. وجد البعض متعة في هذا الاكتشاف، بينما لم يعره أحد أهمية ألهية، فبقيت الفكرة في سبات دام 40 عاماً.

كان جوستاف كيرخوف Gustav Kirchhoff (المولود في عام 1824م) فيزيائياً بولندياً مفعماً بالحيوية والحماس لا يتجاوز طوله خمسة أقدام. خلال منتصف العقد الخامس من القرن التاسع عشر، رُكِّزَ كيرخوف تجاريًّا على التيارات الكهربائية بجامعة برسلو. وأناء عمله في مشروع خارج اختصاصه مع بروفيسور آخر عام 1858م، لاحظ خطوطاً براقة في الطيف الضوئي الناتج عن اللهب، فتذكَّر قراءته لحدث مماثل في مقالات فراونهوفر. وزيادة في البحث والمتابعة، وجد كيرخوف بأن البقع (أو البروزات) البراقа في الضوء التي لاحظها في تجارب اللهب كانت تقع ضمن نفس التردد والطول الموجي الذين قاسهما فراونهوفر ضمن الإشعاع الشمسي.

فَكَرِّرَ كيرخوف ملياً بالغزى من هذا النطابق وَخَطَّرَتْ له فكرة تدل على نفاد بصيرته: ماذا لو استخدم موشاًراً لفصل أية حزمة ضوئية يريد دراستها إلى الأجزاء المكونة لها (بدل عناء التتحقق إليها من خلال سلسلة من المرشحات الزجاجية الملونة كما راج بين علماء زمانه)!؟! آمن كيرخوف بأن هذا سيمكّنه من العثور على بروزات في الإشعاع الصادر عن أي غاز محترق.

على أية حال، لم تنجح الخطة على النحو المأمول. فاللهب الذي استعمله لتسخين غازاته كان شديد التوهج وتعارض مع ملاحظاته.

دعونا الآن ننتقل إلى روبرت بونزن Robert Bunsen، الكيميائي الألماني المولد. ففي عام 1858م كان هذا الرجل البالغ من العمر 47 عاماً في خضم تطويره للكيمياء الضوئية (الفوتوكيمستري) – العلم الذي يختص بدراسة الضوء الصادر عن العناصر المحرقة. وفي معرض عمله، ابتكر بونزن نوعاً جديداً من الموقد يعم فيه خلط الهواء والغاز قبل البدء بعملية الحرق. يتميز هذا الموقد (و الذي لا نزال نستعمله باسم موقد بونزن) بلهب حار للغاية (أعلى من 2700 درجة فهرنهايت) مع قليل جداً من الضوء.

حدث في عام 1859م أن التقى الرجالان بجامعة هيدلبرغ. وبوقوفهما جنباً لجنب، كان كيرخوف بالكاد يصل لكتف بونزن. فقام هذا الثنائي المتميّز بجمع مقتيلاًهما – موشور كيرخوف مع موقد بونزن، وقضيا ستة أشهر في تصميم وبناء أول مطياف (سيبكتروغراف) في الوجود، والذي يعتبر جهازاً لحرق النماذج الكيميائية ثم فصل الضوء الناجم بواسطة موشور إلى طيف من الترددات المنفصلة.

بدأ كيرخوف وبونزن بعدها بجدولة الخطوط الطيفية (عبارة عن ترددات خاصة يشع بها كل عنصر طاقته الضوئية) لكل عنصر معروف، فاكتشفا بأن كل عنصر كان ينبع دوماً «التوقيع» ذاته من الخطوط الطيفية والذي يعرف ذات العنصر بشكل فريد دون جميع العناصر الأخرى.

مسلحين بهذا الاكتشاف وبجدولهما للخطوط الطيفية المميزة لكل عنصر، عمل كيرخوف وبونزن أول تحليل كيميائي كامل من نوعه لمياه البحر ولتركيب الشمس - يأتاهما أن الهيدروجين والهيليوم والصوديوم وبضعة من العناصر النادرة الأخرى الموجودة على الأرض، موجودة في جو الشمس كذلك. وقد برهن هذا للمرة الأولى بأن الأرض ليست فريدة كيميائياً بالكون.

زُوّد كيرخوف وبونزن العلم بوحدة من أكثر أدواته التحليلية براعة ومونة في التطبيق، كما وابتكرتا طريقة لحساب تركيب أي نجم كان بنفس الدقة التي نقيس بها تراكيب كحامض الكبريتيك والكلورين أو أي مركب كيميائي معروف آخر.

حقائق طريفة: \* استعمل كيرخوف وبونزن مطابقهما لاكتشاف عنصرين جديدين، هما: السيزريوم عام 1860م (اختاراً هذا الاسم لأنه يعني زرقة السماء، إشارة منها إلى لون هبيه في المطياف) والروبيديوم عام 1861م. لدى هذا العنصر الأخير خط أحمر براق في تصويره الطيفي، واسمه مشتق من الكلمة لاتينية بمعنى الأحمر.



\* كان كيرخوف معروفاً بخفة ظله وروحه المرحة. يقال أنه لما احتضن المجتمع العلمي برمهه اكتشاف كيرخوف وزميله بونزن عن تحليل التركيب الكيميائي للأجرام السماوية، ظل صراف البنك لكريخوف شاكاً براهة هذا الشرف العلمي الكبير الذي حظى به، فسأله في إحدى المرات: «ما الفائدة التي ساجنيها من وجود الذهب على الشمس إذا لم أقدر أن انزل به إلى الأرض؟». بعد ذلك بفترة، نال كيرخوف ميدالية وجائزة من الذهب الحالص، فأسرع بهما إلى صرافه وهو يقول له: «ها هو الذهب من الشمس!» - الترجم.

# الإشعاع الكهرومغناطيسي / الموجات الراديوية

Electromagnetic Radiation \ Radio Waves

سنة الاكتشاف 1864م

ما هذا الاكتشاف؟ تعتبر موجات الطاقة الكهربائية والمغناطيسية جزءاً من طيف كهرومغناطيسي واحد وتتپع لقوانين حسائية بسيطة من المكتشف؟ جيمس كلارك ماكسويل James Clerk Maxwell

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

طوال معظم القرن التاسع عشر، اعتقاد الناس أن الكهربائية والمغناطيسية والضوء هي ثلاثة أشياء منفصلة لا علاقة لها بعض. فانطلقت البحوث من هذا الافتراض، حين اكتشف ماكسويل بأنما تقبل جيماً الشيء ذاته - أشكال عن الإشعاع الكهرومغناطيسي. لقد كان ذلك اكتشافاً عظيماً ومنهلاً، وعادة ما يصنف كأعظم اكتشاف فيزيائي في القرن التاسع عشر. لقد عمل ماكسويل للإشعاع الكهرومغناطيسي ما عمله نيوتن للمجاذبة - أعطى العلم أدوات حسائية لفهم واستعمال تلك القوة الطبيعية.

وَحدَ ماكسويل الطاقة المغناطيسية والكهربائية، ابتكر مصطلح (الإشعاع الكهرومغناطيسي)، واكتشف المعادلات البسيطة الأربع التي تقود سلوك الحقولين الكهربائي والمغناطيسي. وخلال معرض ابتكاره لهذه المعادلات، اكتشف ماكسويل بأن الضوء جزء من الطيف الكهرومغناطيسي وتنبأ بوجود الموجات الراديوية، الأشعة السينية، وأشعة غاما.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد جيمس كلارك James Clerk عام 1831م في إدنبرة باسكتلندا. ثم أضافت العائلة بعدها لقب ماكسويل Maxwell. شقّ جيمس مشواره الجامعي بسهولة وتفوق متقدداً أعلى المراتب وحاصلًا على شهادة في الرياضيات، ثم حاز بعدها على درجات أستاذة مختلفة في حقل الحساب والفيزياء.

و كرياسي، استطاع ماكسويل العالم - و الكون - من خلال معادلات حسائية. تناول حلقات زحل كأولي مواد دراسته الموسعة، فاستعمل الرياضيات ليثبت بأن هذه

الحلقات لا يمكن أن تكون أقراصاً صلبة، كما لا يمكن أن تكون مواد غازية. فقد أظهرت معادلاته بأنها لا بد أن تكون مؤلفة من دقائق صلبة صغيرة لا عد لها. بعدها بقرن، ثبت الفلكيون صحة دعواه.

حول ماكسويل اهتمامه إلى الغازات هذه المرة، فدرس العلاقات الرياضية التي تحكم حركة الدوائر الغازية السريعة الحركة. فصححت نتائج دراسته التوجّه العلمي لدراسة العلاقة بين الحرارة وحركة الغاز.

وفي عام 1860م تحول ماكسويل إلى متابعة بدايات العمل الكهربائي لمايكل فارادي. فقد اخترع فارادي الحرك الكهربائي باكتشافه أن قرضاً معدنياً يدور في مجال مغناطيسي يولد تياراً كهربائياً وبأن التيار الكهربائي المتغير يغير من المجال المغناطيسي أيضاً ويمكنه توليد حركة فيزيائية. قرر ماكسويل أن يستطلع بدوره العلاقة بين الكهربائية والمغناطيسية و«خطوط القوة الكهربائية والمغناطيسية» التي اكتشفها فارادي، وذلك بمفهومه الرياضي الخاص.

و بينما كان ماكسويل يبحث في العلاقات الرياضية بين مختلف أوجه الكهربائية والمغناطيسية، ابتكر تجارب لفحص وتأكيد كل نتيجة يتوصل إليها. فتوصل في 1864م إلى اشتلاف أربع معادلات بسيطة لوصف سلوك الحقل الكهربائي والمغناطيسي وطبيعتهما المداخلة. فالحقول الكهربائية المتذبذبة (المتحركة) - التي تزأرجح تياراًها سريعاً بكل الاتجاهين - ولدت حقولاً مغناطيسية والعكس بالعكس.

هذا النوعان من الطاقة مرتبطان بشكل وثيق، إذن. أدرك ماكسويل بأن الكهربائية والمغناطيسية هما ببساطة تعبيران مختلفان لسيل طaci واحد، أسماه *electromagnetic energy* أو «الطاقة الكهرومغناطيسية». وما نشر هذه المعادلات واكتشافاته لأول مرة بمقابلة عام 1864م، وعي الفيزيائيون لفورهم معنى هذه المعادلات الأربع وقيمتها التي لا تقدر بثمن.

استمر ماكسويل بالبحث في معادلاته وتتوصل إلىحقيقة جديدة تفيد بأنه طالما تذبذب المصدر الكهربائي بتردد عالٍ كافٍ، فإن موجات الطاقة الكهرومغناطيسية المولدة عنه سوف تتحرر إلى الهواء الخارجي دون الحاجة إلى أسلاك موصلة تناسب من خلاها. لقد كان هذا أول تنبؤ بوجود الموجات الراديوية.

فاس ماكسويل السرعة التي يمكن لهذه الموجات الكهرومغناطيسية أن تنتقل بها، فوجدها مطابقة لأفضل حسابات سرعة الضوء (وقتذاك). من هنا أدرك بأن الضوء ما هو إلا شكل آخر من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي. ونظراً لقابلية تلبيذ التيارات الكهربائية بأي تردد كان، أدرك ماكسويل من جديد بأن الضوء هو مجرد جزء ضئيل من طيف مستمر من الإشعاع الكهرومغناطيسي.

تبأ ماكسويل بالعثور يوماً ما على أشكال جديدة من الإشعاع الكهرومغناطيسي ضمن أجزاء أخرى من الطيف. وبالفعل، اكتشفت الأشعة السينية عام 1895م من قبل فلهيلم رينجن Wilhelm Roentgen. وقبل هذا الاكتشاف بثمانية أعوام، أجرى هينريخ هيرتز Heinrich Hertz تجارب على ضوء معادلات ماكسويل ليختبر إمكانية جعل الإشعاع الكهرومغناطيسي ينتقل في الماء (يتنقل في الفضاء على هيئة موجات من الطاقة). وبسهولة، أوجد هيرتز وقصص أولى الموجات الراديوية في العالم، مثبتاً صحة معادلات ماكسويل وبناؤاته.

حقائق طريفة، أستنتاج علماء الفلك بأن الطريقة المثلث للاتصال بحضارة ذكية في فلك نجم آخر هي باستعمال الموجات الراديوية. على أية حال، هناك العديد من العمليات الطبيعية في الفضاء تنتج الموجات الراديوية، والتي لو قدرنا على تحويلها إلى صوت، فإنها ستبدو مثل التشويش الذي نسمعه أحياناً على جهاز الراديو. وهذا في معرض بحثهم عن حياة ذكية، يعتمد الفلكيون على كومبيوترات حديثة للتمييز بين «الإشارة» (باعتبارها رسالة محتملة) و«الضوضاء» (تشويش).



# الوراثة

## Heredity

سنة الاكتشاف 1865م

ما هذا الاكتشاف؟ النظام الطبيعي الذي ينقل الخصائص والصفات من جيل لآخر

من المكتشف غريغور مендل Gregor Mendel

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

أجرى غريغور مендل أول دراسة جادة للوراثة. فقد أرسّت ملاحظاته وطرقه واكتشافاته أساس علم الوراثة ودراسة المورثات (الجينات). وما اكتشافات المورثات والクロموسومات والـ DNA وفك شفرة الجينوم البشري (مكمّلاً عام 2003م) إلا سلائل مباشرة لإنجاز مендل. وما الانتصارات الطبية الهائلة في القتال ضد عديد من الأمراض إلا تشعبات عن عمل بدأه مендل أول بدأه.

وأخيراً، أمدنا اكتشاف مендل بحد ذاته بصيرة نفاذة لفهم دور الصفات الوراثية والطرق التي تنتقل بها من جيل لآخر.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

حقول واسعة وحدائق غناء كست التلال المنحدرة بلطف حول مجموعة مباني دير برون النمساوي. محصورة بإحدى زوايا حدائق الدير، كانت توجد قطعة أرض صغيرة ببعد مائة وعشرين قدماً لعشرين، تعود لراهب يدعى الأب غريغور مендل Gregor Mendel يستعملها كمخبر يجري فيها تجاربه عن الوراثة، بمعنى، كيفية انتقال صفات فردية لشخص ما خلال أجيال متعددة إلى مجتمع من الأشخاص. وفي شهر أيار (مايو) من عام 1865م، كان الأب قد زرع سادس موسم له من نباتات البازلاء التجريبية.

لقد سبق للعالم الإنجليزي تشارلز داروين أن أوضح مفهوم التطور الحيوى ولكن دون أن ينجح في شرح الكيفية التي تنحدر بها الخصائص، خلال الأجيال المتعددة، بحيث يسود بعضها ويظهر في كل جيل، وبالبعض الآخر يظهر فجأة بشكل عشوائي بين فترة وأخرى. هذا بالذات ما أراد مендل أن يدرسه.

ضرب مندل سلالة من نباتات بازلاء طويلة مع أخرى قصيرة، فأنجع صفةً من النباتات الطويلة جيّعاً. وعندما زرع حبوب هذه النباتات الطويلة، حصل على أغلبية من النباتات الطويلة مع قلة من القصيرة. فقد عاودت صفة القصر نفسها بالجيل الثاني.

وبنفس الطريقة، هجن نباتات بازلاء صفراء مع أخرى خضراء فحصل على جيل من النباتات الصفراء. ولكنه حصل على أغلبية من الصفراء مع قلة من الخضراء في الجيل الثاني خصوصاً، دون أن يحصل على نباتات صفراء - خضراء قط. فقد عاد اللون الأخضر ولكن الصفات لم تندمج إطلاقاً. ثم نال النتائج ذاتها لدى تضريبه نباتات بازلاء ملساء مع أخرى مجعدة.

على امتداد ستة أعوام من العمل، وجد مندل النمط ذاته في كل تجربة تضريب يقوم بها. ففي الجيل الثاني كانت تشد نبتة واحدة من كل أربع مظهرة الصفة المتنحية (الصفة التي لم تظهر إطلاقاً في الجيل الأول) - ودائماً بنسبة ثلاثة لواحد.

علم مندل بأن كل نبتة توارثت نسخة من كل صفة (أو مورثة) من النبات الأب والأم على حد سواء. ولكن ماذا لو كانت صفة واحدة من كل زوج من الصفات، هي الأقوى دائمًا (السائلدة)، والأخرى أضعف (متنحية)؟ وبالتالي عندما تنزح الصفات، سيظهر الجيل الأول الصفة السائدة دائمًا (جميعها صفراء، جميعها طويلة).

ولكن ثلاثة لواحد... هذا ما حدث في الجيل الثاني! تذكر مندل احتمالية رياضية بسيطة تفيد بإمكان تواجد أربع خلطات محتملة من الصفات في نبات من الجيل الثاني (إما صفة سائدة أو متنحية من كل من نبتة الأب أو الأم). ففي ثلاث من هذه الخلطات، لا بد أن تتوارد صفة سائدة واحدة على الأقل، وهي التي تملّى ما سيكون النبات عليه. وفي خلطة واحدة فقط - الصفة المتنحية من كلا الأبوين - لن يحدث شيء سوى وجود صفات متنحية: ثلاثة لواحد.

لا تختلط الصفات بعضها، فهي توارث من جيل آخر وتظهر فقط عندما تسود في نبات ما. هناك عدد لا يحصى من الصفات تتساب إلى كل منا من أجداده، وذلك في علب منفصلة تدعى «المورثات أو الجينات»، مطلوب منا نقلها إلى سلالتنا في الأجيال القادمة حتى لو لم «تظهر» الصفة في جيلنا الحاضر.

لم تُعرف القيمة العلمية للهدية العظيمة التي وهبها مندل للعالم على طبق من ذهب إلا عام 1900م، وذلك من خلال عالم آخر، ألا وهو الهولندي هوغو دي فري<sup>\*</sup> Hugo de Vries.

حقائق طريفة: تطلب مفهوم مندل للوراثة أبوبين اثنين. أما النعجة دوللي Dolly the Sheep فكان لديها رأي آخر، إذ صنعت تاريخياً علمياً عام 1997م عندما ولدت من خلايا نعجة بالغة واحدة في مختبر اسكتلندي. فقد (استنسخت) - قتل التضاعف الجيني المضبوط لأمهما، دون مشاركة خلايا جينية من الأب.



---

\* هوغو دي فري (1848-1935م): عالم نبات هولندي عُرف باقتراحه لمفهوم المورثات، إعادة اكتشافه لقوانين مندل في الوراثة، وتطوير نظرية التطفر للتطور الحيوى - المترجم.

# الحياة في أعماق البحار

## Deep-Sea Life

سنة الاكتشاف 1870م

ما هذا الاكتشاف؟ ليست المياه الأبدية الظلام للمحيطات العميقة بـ صحراء  
عقيمة الحياة، بل ترفل بـ حياة زاخرة  
من المكتشف؟ تشارلز ثومسون Charles Thomson

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

أحدث تشارلز ثومسون تغييراً جذرياً في نظرية العلم للمحيطات العميقة ولنطاقات العيش فيها. رغم غياب الضوء في أعماق المحيطات المعتمة، تمكّن هذا الرجل من اكتشاف حياة زاخرة ومتعددة. فقد أثبت بأن الحياة يمكن أن تواجد بـ غياب الضوء، بل وحتى أثبت أن النباتات يمكنها أن تحيى في أعماق حالكة الظلام (رغم انتظار العلم قرناً آخر ليكتشف الكيفية التي تعيش بها النباتات محرومة من البناء الضوئي).

أمدَ اكتشاف ثومسون حدود الحياة الحيوانية المعروفة من الطبقات العليا الرقيقة للمحيطات إلى الأعماق الشاسعة، كما وفَر أول دراسة علمية للمحيطات العميقة. وجزءاً على اكتشافاته، نال ثومسون وسام الفروسية من الملكة فيكتوريا عام 1877م.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد تشارلز ثومسون Charles Thomson عام 1830م في الحيط الملاخ للساحل الاسكتلندي. بعد انتهاءه من الدراسة الجامعية، شغل مناصب مختلفة بين أروقة البحث والتدرис الجامعي، لحين عام 1867م عندما عين بروفيسوراً لعلم النبات في الكلية الملكية للعلوم في دبلن بأيرلندا.

كان المنطق والحكمة يقضيان آنذاك أن الحياة موجودة في الطبقات العليا الضيقة من المحيطات طالما أن الضوء لا يتناقل إلى أعماق من 250-300 قدم من المياه ليسمح بنمو نباتات الحيط. أما الطبقات العميقة فهي بمثابة صحراء عديمة الضوء، عقيمة الحياة. لم يجد أحد داعياً لتحمل مشقة التشكك بـ عقيمة الحياة هذا الاعتقاد. بعدها في أوائل عام 1866م، قام مايكيل سارس Michael Sars بعض عمليات التجريف بـ ساحل النرويج كجزء من

مشروع لتنصيب الأسلاك. فأدعى بأن جرافته اصطادت أسماكاً على عمق يفوق 1000 قدم.

سخر منه العلماء بدعوى أن جرافته اصطادت الأسماك في طبقة أعلى خلال نزولها أو صعودها. فمن المستحيل أن يكون سارس اصطادها بمستوى أعمق بكثير من «منطقة الحياة» للمحيط، لأنه ببساطة لا يمكن لأي كائن العيش هناك.

على أية حال، حاز التقرير على اهتمام ثومسون. فبدأ يفكّر: ماذا لو كانت الكائنات الحية تسرح وتعيش فعلاً في الأعماق الشاسعة المظلمة للمحيطات؟ هل أعماق البحار هي الصحاري العديمة الحياة كما تصور الجميع؟ دون الذهاب إلى هناك، كيف لأحد أن يعرف حقيقة ما يجري بهذه الأعماق السحرية؟

مقدّعاً بجدارة هذه المسألة بالتحقيق العلمي الجاد، أقنع ثومسون البحرية الملكية بمنحه رخصة استعمال السفن المعروفة باش ام اس لايتينينغ واش ام بور كوبابن لغرض القيام باستطلاعات صيفية ولمدة ثلاثة مواسم متلاحقة: أعوام 1868 و 1869 و 1870 م. خلال هذه الرحلات من سواحل إنجلترا وأسكتلندا، استعمل ثومسون شبكات البحار العميقه والجرافات ليستطاع أي وجود للحياة في مياه عمق 2000 قدم. اعتقاد معظم العلماء بأنه يهدّر وقته ومال البحرية سدى وأنه يخدع نفسه بنفسه.

خلال مواسم الصيف الثلاثة القصيرة هذه، قام ثومسون بأكثر من 370 استطلاعاً لعمق البحر. فسحب شباكه وجرافاته خلال المحيطات على أعماق تصل 4000 قدم (1250م)، وشاهد صوراً مستمرة من الحياة على نطاق جميع الطبقات الموسّحة. كانت شباكه تأتيه دوماً بمحظوظ اللافقيّات والأسماك.

اكتشف ثومسون كل تلك الجماعات من الأسماك التي تعيش وتزهو في أعماق من الخيط لم يمسس فيها أي ضوء عذرية الظلام المعتم.

كما جمع نماذج من المياه العميقه البحريه السوداء، فلاحظ تواجداً مستمراً لفُقّات النباتات الميتة التي غاصت إلى أعماق المياه دون أن تؤكل. كما وتوفيت الحيوانات البحريه أيضاً لتضيق على هذا الوابل المتساقط من الأغذية التي تقتات عليها كائنات الأعماق.

عثر ثومسون على جميع الأنواع المعروفة من اللافقيّات البحريّة في هذه الأعماق وكذلك العديد من أنواع الأسماك الغير معروفة. كما جرف خارجاً الكثير من النباتات القيمة بالأعماق، مثبتاً أن بإمكان النباتات العيش والنمو بغياب ضوء الشمس. دون

ثومسون اكتشافاته المجلة في كتاب أصدره عام 1873م بعنوان *The Depths of the Sea* أو «أعماق البحر» - و الذي نشر مباشرة بعد إبحاره على متن سفينة الشالنجر للقيام برحلة إضافية من خمس سنوات مكتملاً بذلك 70000 ميلاً بحرياً من جمع بيانات بحوث أعماق البحر التي ثبتت وجود حياة الأعماق في محيطات العالم جماء.

**حقائق طريفة:** أعظم حبار عملاق يتم دراسته كان بطول 36 قدماً (11م) عندما جرفت المياه بجسده على أحد شواطئ أمريكا الجنوبية. بلغت المصاصات الدائيرية الكبيرة على ذراعيه الطويلين عرض 2,2 إنشاً (5,5 سم). وقد اصطادت بعض حيتان العنبر وهي تعاني آثاراً حديثة بفعل مصاصات عملاقة بلغ عرضها 22 إنشاً (55,8 سم)، تدل على حبار مارد يفوق طوله 220 قدماً (67م)! إنما تقع هناك، ولكن لم يرها إنسان منذ أن تحدث البحارة القدماء عن ملاقتهم لوحوش بحرية عملاقة أثناء أسفارهم.



# الجدول الدوري للعناصر

Periodic Chart of Elements

سنة الاكتشاف 1880م

ما هذا الاكتشاف؟ أول نظام ترتيب ناجح للعناصر الكيميائية التي تكون الأرض  
من المكتشف؟ ديمتري مندلييف Dmitri Mendeleev

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

عندما يفكّر معظم الناس بالعناصر الكيميائية، يتّرافق لهم جدول مندلييف الدوري للعناصر. خدم هذا الجدول، باعتباره النظام الوحيد المعترف به لترتيب العناصر التي تكون كوكينا، لمدة تقارب 125 سنة. إنه من الأهمية بحيث يدرّس لكل طالب يتلقى أولى دروسه في الكيمياء. لقد قاد إلى اكتشاف عناصر جديدة، كما ويعتبر حجر الأساس لفهم دارس الكيمياء لخصائص وعلاقات عناصر الأرض، وكان عاملاً مساعداً لتصميم وإجراء التجارب الكيميائية ومسرعاً لتطوير فهم العلم للعناصر الأساسية في مطلع القرن العشرين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بحلول عام 1867م، نال ديمتري مندلييف Dmitri Mendeleev، البالغ من العمر ثلاثة وثلاثين عاماً، منصب أستاذ للكيمياء في جامعة سانت بطرسبرج – وكان ذلك بمثابة إنجاز كبير يتحققه الابن الأصغر لفلاح روسي أ-legged أربعة عشر طفلاً. بغابة شعره الموحشة ولحيته الشعاعية الغريبة وعينيه الداكنتين الثاقبتين، كان مندلييف يُدعى بـ«الروسي المتواحش» من بين زملاءه من كيميائيي أوروبا. شرع البروفيسور الجديد لفوره عام 1868م بتأليف كتاب كيمياء منهجي لطلابه.

أول مسألة اعترضت طريقه كانت تكمن في كيفية ترتيب وتنظيم القائمة المتزايدة للعناصر الاثنين والستين المعروفة بحيث يسهل على طلابه فهم خصائصها. وكان مندلييف قد جمع حينها ذخيرة من البيانات من نتاجه الخاص، بل غالبيتها من نتاج الآخرين - خصوصاً الكيميائيين الإنجليزيين نيولاند Newland ومايرز Meyers والفرنسي ديشانكورت de Chancourtois.

صنف مندلليف العناصر حسب الوزن الذري، الشابه العائلي، طريقة ارتباطها أو عدم ارتباطها بالهيدروجين والكربون والأوكسجين، نوع الأملاح التي تكونها، كونها موجودة على أي من الحالات الغازية أو السائلة أو الصلبة، كونها لينة الممس أو صلبة، كونها تذوب بدرجات حرارية عالية أم واطنة، وشكل بلورها. لكن دون أن يسعفه أي منها في احتواء جميع العناصر الاثنين والستين ضمن نسق نظامي واحد.

ثم لاحظ مندلليف، عازف البيانو الماهر، أن النوتات على البيانو تتكرر بمدد منتظمة، فكل ثامن مفتاح هو C. ثم لاحظ خصائص التكرار هذه في العديد من الأشياء من حوله: تعاقب الفصول، موجات الماء المرتقطمة بالشاطئ، وحق في الأشجار - تتكرر الأشياء بعد مدة معينة من الزمان أو على مسافة معينة من المكان. لم لا يحدث الشيء ذاته للعناصر؟

كتب مندلليف كل عنصر مع مختلف خصائصه على بطاقات نشرها على الطاولة، وأخذ يقلبها ويرتها باستمرار بحثاً عن أنماط متكررة. وسرعان ما اكتشف أن كل ثامن عنصر يشتراك بالعديد من الصفات العائلية، أو الخواص. بما معناه، حدث في معظم الأوقات أن اشترك كل ثامن عنصر بخصائص مع العناصر الأخرى في العائلة - ولكن ليس دائماً.

ووجد مندلليف نفسه عالقاً من جديد، إلى أن خطر له في أحد أيام ذلك الصيف أن عناصر الأرض ربما لم تُكتشف جميعها بعد، وعليه يجب أن يتيح جدوله مجالاً للعناصر المفقودة.

فرجع إلى كومة بطاقاته من جديد ورتبها في صفوف وأعمدة بحيث تكون طريقة ارتباط عناصر كل عمود مع العناصر الأخرى هي ذاتها، وبحيث تكون الخواص الفيزيائية لعناصر كل صف هي ذاتها.

وأخيراً، اندرجت جميع العناصر المعروفة بشكل كامل ضمن هذا الجدول الثنائي الأبعاد. ولكن كان عليه أن يترك ثلاثة ثقوب في جدوله بدعوى أنها ستُملأ يوماً ما بثلاثة عناصر مجهولة لم تُكتشف بعد، بل وأفاض في وصف ما يمكن أن تكون عليه هذه العناصر «المفقودة» شكلاً وسلوكاً معتمدًا على الصفات المشتركة للعناصر الأخرى في صفها وعمودها. فضحكت جميع أوربا قائلة بأن هذه النبوءات هي بمثابة حركات مجنونة لعرف اغريب الأطوار.

جاء أول الرد من ألمانيا، التي شهدت اكتشاف أولى العناصر «المفقودة» لمندلليف. فاعتبره الوسط العلمي من جديد صدفة ممتعة. ولكن لم تنقض سوى ثمان سنوات حتى اكتشف العنصران الآخران. لقد بدت وتصرفت ثلاثة كما تباً مندلليف بالضبط.

أصاب الذهول علماء العالم أجمع، فدعوا بمنديليف عقريباً فك طلاسم عالم العناصر الكيميائية. منذ ذلك اليوم واكتشاف منديليف يتولى زمام قيادة البحث الكيميائي على اتساعه.

 حقائق طريفة: ساعد الجدول الدوري لمنديليف على تفنيد الأسطورة الكيميائية القديمة القائلة بتحويل الرصاص إلى ذهب. ولكن في عام 1980م، استعمل العالم الأمريكي غلين سيبورغ Glenn Seaborg سايكلوترونا قوياً لرفع البروتونات والنيوترونات من عدة آلاف من ذرات الرصاص (عدهه الذري 82) محولاً إياها إلى ذرات الذهب (عدهه الذري 79). لا يصيّنك الطمع، فهو لم يحقق ثروة وراء ذلك! إن هذه العملية من الغلاء بحيث تكلّف كل ذرة من الذهب عند سيبورغ بضعة أونصات من الذهب عند الصانع.

## انقسام الخلايا

Cell Division

سنة الاكتشاف 1882 م

ما هي الاكتشافات؟ العملية التي بواسطتها تتشطر الكروموسومات بحيث  
تتمكن الخلية من الانقسام لتصبح خلأة جديدة  
من المكتشف والذكر للجميع Walther Flemming

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تحمل الكروموسومات المورثات (الجينات) التي تحمل بدورها جميع مخططات وخرائط بناء وتوظيف الخلايا والحفاظ عليها داخل الجسم. لم يكن لعلم الوراثة أن يتقدم لولا اكتشاف ودراسة هذه التراكيب داخل نواة كل خلية، كما ويعتمد جزء من فهمنا لعلم الأحياء على معرفتنا بالكيفية التي تنقسم بها الخلايا وتضاعف نفسها لعدد لا يُحصى من المرات خلال حياة الكائن الحي.

لقد اكتشف هذان المفهومان كلاهما من خلال تجربة واحدة أجراها والذر فليمينغ. إذ تشكل اكتشافاته جزءاً من البنية التحتية للعلوم الحياتية الحديثة، كما أن معظم ما نعرفه اليوم عن انقسام الخلايا (المسمى *mitosis* أو الانقسام الخطي) مبني على اكتشافات فليمينغ هذه.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

خلال معظم القرن التاسع عشر، أقيمت الدراسات الميكروскопية المتعلقة بالخلايا ووظائفها وتراتيبها نظراً للتركيز للجدران والتراتيب الداخلية للخلايا. في بعض النظر عن جودة الميكروскоп، كانت هذه التراتيب الداخلية تظهر بأشكال رمادية مبهمة، بحيث كان صعباً - إن لم يكن مستحيلاً - التعليق على أي تفاصيل متعلقة بها.

قام العلماء بصباغة الخلايا أملأً برؤية أفضل لأجزائها. على الرغم من أن جميع الأصباغ كانت قاتلة للخلايا، لكن لم يكن هناك منفذ آخر، بل كانت الصبغة ترتبط على الأقل ببعض التراتيب الدون خلوية دون الأخرى، فتسهل دراستها تحت الميكروскоп.

على أية حال، لم تكن معظم الأصباغ صالحة للعمل، إذ كانت تلطف كامل الخلية بلون غامق فتحجب التراكيب التي يفترض بها إظهارها.

ولد والذر فليمينغ Walther Flemming عام 1843م في ساكسنبرغ بألمانيا. تدرّب كطبيب ودرّس في الجامعات من 1873 (بعمر الثلاثين) ولغاية 1905م (بعمر الثانية والستين). ولطالما عدّ نفسه تshireyiaً متخصصاً في الدراسة المجهريّة للخلايا.

عشر فليمينغ على صيغة جديدة عام 1879م (من مخلفات فحم القار) يامكانها الارتباط جيداً بمواد خيطية معينة داخل نواة الخلية دون معظم المكونات الأخرى للخلية. وأخيراً، هناك صيغة تسمح له بالتركيز على تركيب واحد معين ضمن نواة الخلية.

أطلق فليمينغ على هذه المادة المصطلحة *chromatin* «كروماتين أو صبغين» (وتعني اللون باللغة الإغريقية). بدأ بعدها بسلسلة من التجارب مستعملاً أجنة السمندر، حيث قام بقطع شرائح برقة المتديل الورقي من الخلايا الجنينية المستبطة من البيوض المخصبة للسماندر، وصبغها بصيغته.

بالطبع، قتلت الصيغة الخلايا، الأمر الذي أوقف من نشاط الخلية وانقسامها. فكان على فليمينغ أن يدفع ثمن دراسة هذه التراكيب الكروماتينية داخل نواة الخلية الميتة، إذ ما رآه عبر ميكروسكوبه كان عبارة عن سلسلة من الصور «الساكنة» خلايا مجتمدة في مختلف مراحل الانقسام. بمرور الزمن، وبتوافر غاذج كافية للدراسة، تمكّن فليمينغ من ترتيب هذه الصور بانتظام لظهور خطوات عملية الانقسام الخلوي.

ففي بدء العملية، تكشف الكروماتين بشكل أجسام خيطية قصيرة (غير فليمينغ اسمها من كروماتين إلى *chromosomes* «كروموسومات» اشتقاقة عن الكلمة الإغريقية بمعنى «الأجسام الملونة»). سرعان ما اتضحت لفليمينغ أن هذه الكروموسومات الخيطية الشكل تلعب دوراً رئيسياً في عملية الانقسام الخلوي، وهذا أطلق على هذه العملية *mitosis* «الانقسام الخطي أو المايتوسس» (نسبة إلى كلمة إغريقية أخرى تعني الخط). ولا تسزال هذه الأنفاث (كروموسومات، مايتوسس) قيد الاستعمال حتى الآن.

وجد فليمينغ أن الخطوة الثانية تقضي بانشطار كل خيط كروموسومي إلى خيطين متطابقين، فتضاعف بذلك إجمالي عدد الكروموسومات. ثم سُجّلت هذه الجامعات المتماثلة من الكروموسومات بعيدة عن بعضها البعض، كل نصف منها باتجاه إحدى نهايتي الخلية، تلاه

انقسام الخلية ذاها. فحصلت كل من الخليتين البنويتين على طقم كامل من الكروموسومات على غرار الخلية الأصل.

اكتشف فلاريمينغ عملية الانقسام الخلوي ونشر نتائجه عام 1882م، ولكن بقيت القيمة الحقيقة لاكتشاف فلاريمينغ طي الكتمان لثمانية عشر عاماً. حيث جمع هوغو دي فري عام 1900م بين اكتشاف فلاريمينغ مع اكتشافات غيرهفور مندل عن الوراثة مدركاً بأن فلاريمينغ قد اكتشف لته الكيفية التي تنتقل بها الصفات الوراثية من الأب لطفله ومن الخلية للأخرى.

حقائق طريفة؛ شاءهم شأن غيرهم من الأنواع الحية، ينمو البشر من خلية بيضية واحدة إلى كائنات معقدة تتألف من تريليونات الخلايا. كانت لويس براون Louis Brown المولودة في 25/7/1978 م بمدينة أولدهام الإنجليزية، أول طفل أنبوب بشري. لم تحدث أولى انقساماتها الخلوية في رحم أمها، بل في أنبوبة مختبرية.



## الأشعة السينية

X-Rays

سنة الاكتشاف 1895 م

ما هذا الاكتشاف؟ إشعاع عالي الطاقة يمكنه احراق جسم الانسان  
من المكتشف؟ فلهيم رينген Wilhelm Roentgen

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لو كنت احتجت يوماً إلى أحد أشعة تصويرية سينية خلال فحص طبي، فإنك تدين بالشكراً والامتنان لفلهيم رينген. تعد الأشعة السينية الطيبة واحدة من أقوى الأدوات التشخيصية التي اكتشفت بعد الآن وأكثراً إفادة وإنقاذًا لحياة البشر. كما وتعتبر الأشعة السينية أول تقنية غير نفاذة للجسم يستعملها الأطباء لرؤيه باطن جسم الإنسان، والتي مهدت الطريق فيما بعد للتقنيات الأكثر حداة كالرنين المغناطيسي والتصوير المقطعي للجسم.

استفاد الكيميائيون من الأشعة السينية في فهم وفك رموز تركيب الجزيئات المعقدة (الكالبنسلين مثلاً) ولهم أكثر للطيف الكهرومغناطيسي. منح هذا الاكتشاف للأشعة السينية صاحبه رينген جائزة نوبل في الفيزياء عام 1901م عن جدارة\*.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1895م كان فلهيم رينген Wilhelm Roentgen، البالغ أربعين وكذا عاماً من العمر، مجرد أستاذ أكاديمي بجامعة فورتسبورك الألمانية يؤدي تجربة مللة حول تأثيرات إمداد الكهرباء خلال قنان ملوءة بالغاز. وفي شهر تشرين الثاني (نوفمبر) من ذلك العام، بدأ بتجارب مخبرية بالطابق السفلي من داره مستعملاً أنبوبة كروك (عبارة عن جهاز لتكبير الإشارة الكهربائية من خلال إمداده في الفراغ الموجود ضمنه).

حدث في الثامن من ذاك الشهر أن لاحظ رينген بأن صفيحة فوتografية كانت ملفوفة بورق أسود ومطوية داخل علبة جلدية بالخزانة السفلية لمنضدته قد تم استهلاكها بشكل مريب وختمت بصورة مفتاح. المفتاح الوحيد في الغرفة كان المفتاح الكبير لباب

\* كانت تلك أول جائزة نوبل في الفيزياء - المترجم.

الحقيقة - تذكر أنه رمى به في الخزانة الوسطى للمنضدة قبل عام مضى. لقد كانت الصورة المطبوعة على الصفيحة الفوتوغرافية تعود لذلك المفتاح بالذات.

والأغرب من ذلك، أنه وجد بأن المفتاح الموجود بالخزانة الوسطى يقع على امتداد خط مستقيم من أنبوبة كروك الزجاجية المستنودة على الحائط إلى الصفيحة الفوتوغرافية في الخزانة السفلية. ولكن لا تبعثر أية أشعة مرئية من أنبوبة كروك ومن المؤكد أن لا ضوء يمكنه النفاذ من خلال المنضدة والعلبة الجلدية ليصل إلى الصفيحة الفوتوغرافية. ما هذا الشيء المريب الذي انطلق عبر الغرفة ومر خلال الخشب والجلد والورق ليستهلك الصفيحة الفوتوغرافية؟ مهما كان ذلك الشيء، فإنه لم يستطع اختراق المفتاح المعدني - مما يفسر تشكيل صورة رمادية داكنة للمفتاح على صفيحته الفوتوغرافية.

افرض علماء آخرون وجود أشعة تبعث من أنبوبة كروك أطلقوا عليها أشعة الكاثód نسبة إلى اسم إحدى الصفائح المعدنية داخل الأنبوبة. اعتقد كروك ذاته أن هذه الأشعة ربما أتت من عالم آخر. ولكن لم يتكلف أحد بتقصي وقياس دراسة هذه الأشعة المجهولة.

توقع رينتفن أن فيلمه قد تعرض بطريقة ما إلى أشعة الكاثód. بعدها بأسبوعين، تمكّن من إثبات وجود هذه الأشعة المرئية، والتي سماها *X-rays* أو «أشعة أكس أو الأشعة السينية» - حيث يرمز الحرف X أو س إلى المجهول. فقد تمكّن رينتفن الآن من اكتشاف أن الأشعة السينية تخترق الخشب والورق والكرتون والاستمنت والقماش بل وحتى معظم المعادن - عدا الرصاص.

بغرض إجراء تجربته، قام رينتفن بطيق قطعة من الورق بمادة بلاتينوسـيانيد الـباريوم (نوع من الأملاح البرّاقة) وعلّقها على الجدار بعيداً لختبره. فعندما أوصل الطاقة بأنبوبة كروك، لاحظ توهج الورقة البرّاقة بلون أخضر خافت، ولما رفع منضدة حديدية أمام الورقة، أسوّدت الورقة في مكان اعترض المنضدة الحديدية للأشعة.

أنضم رينتفن كذلك لدى رؤيته لخرايط جميع عظام يده وذراعيه على الورقة البرّاقة. وعندما حرّك أصبعه، تحركت صور العظام أيضاً.

لدى رؤيتها لهذه الصور الإشعاعية الأولى، صرخت زوجة رينتفن خوفاً وهلعًا - فقد ظنت المسكينة أن هذه الأشعة كانت طلائع شر تذدر بالموت. على أية حال، بدأ رينتفن ستة أسابيع من الدراسة المكثفة قبل إطلاق نتائجه حول طبيعة وإمكانية الأشعة السينية.

في غضون شهر واحد من الزمان، أصبحت أشعة رينتفن السينية حديث العالم أجمع. فأطلق عليها المشككون «أشعة الموت» التي ستحطم الجنس البشري، أما الحالون الملهوفون فقد أسموها «الأشعة المعجزة» التي ستعيد البصر إلى العميان وسيث الجداول والمسائل المعقدة مباشرة إلى ذهن الطالب.

أما الأطباء فقد سموا الأشعة السينية «الدعوة المستجابة».

حقائق طريفة، يامكان مكينة زاي Z Machine الموجودة في مختبرات سانديا الوطنية بنيو مكسيكو أن تصدر الأشعة السينية بقدرة إنتاجية تعادل حوالي 80 ضعفاً للقدرة الإنتاجية الصادرة عن المولدات الكهربائية في العالم أجمع وخلال فترة وجيزة للغاية.



## أنواع الدم

### Blood Types

سنة الاكتشاف 1897م

ما هذا الاكتشاف؟ يمتلك البشر أنواعاً مختلفة من الدم ليست مطابقة جميعاً لبعض

من المكتشف؟ كارل لاندشتاينر Karl Landsteiner

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

الدم هو الدم – أو هكذا ظن العالم. أما الطبيب النمساوي كارل لاندشتاينر، فقد كان له رأي آخر – إذ اكتشف أربعة أنواع من الدم، يمكن مزج بعضها بأمان وبعضها لا. لقد أنقذ ذلك الاكتشاف ملايين البشر من براثن الموت. فمن يوم نشرت فيه نتائج كارل لاندشتاينر، أصبحت عمليات نقل الدم أمينة وجزءاً عديم الضرر من الجراحة، فازدادت فرص الحياة لمرضى العمليات الجراحية بشكل ملفت. وبخلقه جراحة أكثر أمناً وسلامة، جعل لاندشتاينر العديد من الإجراءات الجراحية الجديدة عملية حقاً وم肯ة التطبيق.

ساهم اكتشاف لاندشتاينر مساهمة كبيرة في تطوير الفهم البشري لتركيب الدم وكيميائه، وعَدَ الطريق لعدد من الاكتشافات الطبية الهامة بطلع القرن العشرين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كانت مدينة فيينا النمساوية عام 1897م مدينة جذابة ساحرة – فهي حديثة حداثة آية مدينة أخرى آنذاك. كان الدكتور كارل لاندشتاينر Karl Landsteiner يعمل هناك في مستشفى جامعة فيينا، حيث يجري فحوصات طبية حالات ما بعد الوفاة.

في أحد أيام شهر نيسان (أبريل) من ذاك العام، فحص لاندشتاينر جثث أربعة مرضى توفوا خلال عمليات جراحية، وجميعهم من السبب ذاته: تخثر الدم. كان كل مريض منهم قد تسلّم دماً وتوفي عندما تكثّلت كرياته الدموية الحمراء مع نظيرتها من الدم المتسلّم، مسببة تخثرات كبيرة سيكة.

كان لاندشتاينر قد اعتاد على رؤية هذه الحالات بين الفترة والأخرى من خلال الآلاف من فحوصات ما بعد الوفاة التي أجراها أثناء مشواره الطبي، وتساءل سبب حدوث هذه المشكلة عند بعض المرضى دون غيرهم.

في تلك الأمسية، عرف لاندشتاينر على البيانو لزوجته وبضعة من أصحابه. لقد كان الشيء الوحيد الذي ظن كارل أنه أتقن أدائه، بينما أجمع معظم من سمعه بأنه يجب أن يترك الطب نحو حياة من النجومية والتألق كعازف بيانو.

في وسط عزفه المقطوعة موسيقية مألوفة، خطر له فجأة أن الحل يكمن في شيء ما في دم المريض نفسه. لماذا لو لم يكن الدم كله سواء، كما افترض الجميع؟

و في صبيحة اليوم التالي، جمع لاندشتاينر الدم من عشرين مريضاً، أملأً في توقيع أي الماذج صالحة للمزج مع بعضها البعض.

ففي صف طويل من أنابيب الاختبار، قام بمزج قطرات قليلة من دم كل مريض مع قطرات قليلة أخرى من دم كل مريض آخر.

و استبعان بميكروسكوبه ليرى أي الكريات الدموية الحمراء قد تكتلت على بعضها، وأيها لم تكتل. وقبل انتهاءه من نصف عدد أنابيب الاختبار، تعجب لاندشتاينر من تمكنه بفصل غاذج الدم إلى مجموعتين بسهولة. فكريات الدم الحمراء لأي عضو من مجموعة واحدة تعلقت بكريات الدم الحمراء من كل عضو في المجموعة الأخرى، ولكنها لم تتعلق فقط بخلايا الدم لغيرها من أعضاء مجموعةها.

أطلق لاندشتاينر على هاتين المجموعتين «A» و «B». ليس الدم جميعه مطابقاً للجسم إذن، فهو مختلف باختلاف حملته!

دأب لاندشتاينر على تجربته، فعثر على غاذج دم لا تتفاعل مع أي من نوعي A و B من كريات الدم الحمر، وأدرك بأنه أمام مجموعة ثالثة من مجامي الدم. بإمكان أناس هذه المجموعة أن يهبو الدم بأمان لأي شخص كان. فأطلق على هذه المجموعة الثالثة النوع «O».

بعدها عشر على موجز من الدم تفاعل مع كل من النوع A و B. فكما أن هناك النوع O الذي لا يتفاعل مع أي من نوعي A و B، هنالك نوع رابع إذن يتفاعل مع كليهما. أطلق كارل لاندشتاينر<sup>\*</sup> على هذا النوع الرابع النوع «AB».

---

\* لهذا العالم مشاركات أخرى في الطب منها مشاركة إيرورين بوبر Erwin Popper في اكتشاف فيروس شلل الأطفال عام 1909م ، وكذلك مشاركة الكسندر فينر Alexander Wiener في اكتشاف العامل الرئيسي Rh للدم عام 1937م. حاز على جائزة نوبل في الطب عام 1930م، و توفي جراء نوبة قلبية وهو لا يزال يعمل بالمخبر عام 1943م عن عمر ناهز الخامسة والسبعين - المترجم.

الدم ليس كله سواء، بل هنالك أربعة أنواع متمايزة. فنقل الدم السليم يحتاج طيباً يحدد نوع الدم لكل من الواهب والمستلم. ورغم أنها تبدو فكرة بسيطة وواضحة، إلا أنها أنقذت حياة الملايين من البشر حتى الآن.

**حقائق طريفة:** يمتلك الإنسان أربعة أنواع من مجاميع الدم (A, B, AB, O). وللقطط نفس العدد من مجاميع الدم، إلا أن للبقر 800 نوعاً



# الإلكترون

Electron

سنة الاكتشاف 1897 م

ما هذا الاكتشاف؟ أول جسم دون ذري يكتشف على الإطلاق

من المكتشف؟ جي. جي. ثومسون J.J. Thomson

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لم تكن الذرات قد شوهدت قط. معرفة على أنها أصغر جسيمات (دقائق) ممكنة من المادة والبلنة الأساسية للمواد جميعها، فإنها من الصغر بحيث لا تدركها العين البشرية. فكانت في أواخر القرن التاسع عشر أكثر نظرية منها واقعية. كيف لشخص إذن أن يدّعى بأنه وجد شيئاً ما (أصغر حجماً)؟ بل كيف يمكن للجسيمات أن تصبح أصغر حجماً؟

اكتشف ثومسون الإلكترون وأثبت وجوده - دون أن يتمكن من رؤية أو فصل أي واحد فقط. كانت الإلكترونات أولى الجسيمات الدون ذرية اكتشافاً، أو بغير آخر أول دقة من المادة يتم التعرف عليها بحجم يصغر حجم الذرة. كما وفر هذا الاكتشاف أخيراً بعض الدليل الفيزيائي والوصف عن الوحدة الأساسية لحمل الكهرباء. لقد افتتحت تجارب ثومسون واكتشافه حقولاً جديداً من العلوم - فيزياء الجسيمات (الدقائق).

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان قد ولد باسم جوزيف جون ثومسون Joseph John Thomson في كانون الأول (ديسمبر) من عام 1856م بمدينة مانشستر الإنجليزية. بعمر الحادية عشرة، أسقط اسميه الأولين مكتفياً بالحرفين الابتدائيين لهما. فبدأ جي. جي. ثومسون بتلقي دروس في الهندسة بكلية أوبرز وهو ابن أربعة عشر ربيعاً، مما ساعده بعد ذلك في نصب خلفية رياضية وهندسية لدراسة الفيزياء.حظي عام 1884م بنصب رئيس مختبر كافينديش الفيزيائي المعروف في كامبريدج، والذي شهد إجراء ثومسون لتجاربه التي قادت إلى اكتشاف الإلكترون بعد ذلك بثلاثة عشر عام.

كانت أشعة الكاثود قد اكتشفت من قبل الألماني يوليوس بلوك Julius Plucker عام 1856م. على أية حال، لم يقنع العلماء بماهية أشعة الكاثود هذه. فقد تخض عن هذا

الاكتشاف جدل واسع: هل أن أشعة الكاثود موجات أم دقائق (جسيمات)؟ وانشغلت خيرة عقول العالم بهذه المسألة الخيرة.

في عام 1896م، قرر ثومسون أن يقوم بتجارب من شأنها فضّل هذا الراء المستديم. فصمم أنبوبة لأشعة الكاثود وأطلق هذه الأشعة المريبة على صفيحة معدنية، فاكتسبت الصفيحة شحنة سالبة – مما يثبت بأن أشعة الكاثود تحمل شحنة سالبة أيضاً. بعدها، استعان ثومسون بمسطورة مطلية بمادة برّاقة ليثبت قدرة حقل مغناطيسي على حرف أشعة الكاثود (و كان آخرون قد أجروا هذه التجربة أيضاً).

ربط ثومسون صفائح معدنية رقيقة موجود داخل أنبوبته ببطارية، فأظهر بأن للحفل الكهربائي القابلية أيضاً على حرف أشعة الكاثود عن مسارها (مستدلاً بانزياح النقطة المضيئة على المسطرة عند ربطه للبطارية).

وأخيراً، صمم ثومسون أنبوبة أشعة كاثود جديدة مع وجود شق ضيق في صفيحة معدنية توجّه من خلاله أشعة الكاثود، ووضع مجالاً مغناطيسياً خلف هذه الصفيحة المعدنية بغرض حرف مسار أشعة الكاثود باتجاه واحد، يعقبه مجال آخر كهربائي مهمته حرف مسار هذه الأشعة ثانية بالاتجاه المعاكس.

أدرك ثومسون القوة التي أولدها هذا الحقلان. وب مجرد قياسه لكمية الانحراف (التغير بالاتجاه) التي أحدهتها كل قوة في مسار أشعة الكاثود، فإنه كان سيتمكن من حساب كتلة الجسيمات في هذا السيل من أشعة الكاثود. وهكذا سيحل اللغز من خلال التعرف على الجسيمات المحددة.

أجرى تجربته ولم يصدق نتائجها. فنسبة الشحنة الكهربائية لكتلة الجسيم كانت كبيرة للغاية، وهو ما يعني أن كتلة هذه الجسيمات أصغر بكثير من أي جسيم معروف آخر.

أعاد تجربته مئات المرات، بل وجزأاً جهازه وأعاد جمعه من جديد، ولكنه حصل على النتائج ذاتها. فكتلة هذا الجسيم كانت يجب أن تكون أقل من  $1/1000$  من كتلة البروتون (ذرة هيdroجين) – أي أقل بآلف مرة من أصغر ذرة – فمن المفترض أن يكون أصغر جسيم ممكن.

لقد اكتشف ثومسون جسيماً جديداً – أول جسيم دون ذري. وقد تطلب منه إجراء مئات من العروض التجريبية وبضع مقالات مفصلة قبل أن يصدق أحد بوجود جسيماته هذه.

في عام 1891م، أطلق الفيزيائي الإيرلندي جورج ستوني George Stoney اسم «الإلكترون» على الوحدة الأساسية (الجسيم) للكهرباء دون أن تكون لديه أدنى فكرة عن ماهية هذا الجسيم. فقرر ثومسون استعارة اسم *electron* «الكترون» لهذا جسيمه الجديد طالما أنه حمل تياراً كهربائياً. وفي عام 1898م، وجد رجل فرنسي يدعى بيكيريل Bequerel الدليل الفتواتغرافي لوجود الجسيمات الدون ذرية مشتبأ بذلك صحة نظرية ثومسون.

**حقائق طريفة:** إذا كان للإلكترون نفس وزن عملة الدائم ذات العشرة سنتات، فإن البروتون سيزن ما يساوي غالوناً من الحليب.



# الفيروس

Virus

سنة الاكتشاف 1898م

ما هذا الاكتشاف؟ أصغر وأبسط كائن حيٌّ والعامل المسبب للعديد من الأمراض للإنسان، بدءاً بالركام والتهاء بالسمى الصفراء الميتة من المكتشف ديمتري إيفانوفسكي Dimitri Ivanovsky ومارتينوس Beijerinick بيجيرينيك

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟  
كونها أصغر بكثير من الخلايا والبكتيريا، تعد الفيروسات أصغر أشكال الحياة على سطح الأرض - من الصغر بحيث يمكنها التكاثر فقط داخل خلية مستضيفة وذلك بأخذ زمام السيطرة على تلك الخلية. كما وتعتبر الفيروسات من الصغر بحيث يمكنها النفاذ من خلال أي مرشح كان أو مصيدة كانت. وقد رد اكتشافها على العديد من المسائل الطبية العالقة بمطلع القرن العشرين وأكمل النظرية الجرثومية لباستير.

تسبب الفيروسات العديد من أخطر أمراض الإنسان. ولغاية اكتشافها، كانت العلوم الطبية قد تعطلت في تطورها حيال معالجة هذه الأمراض البشرية. عندما اكتشف بيجيرينيك الفيروسات، كان قد اكتشف نوعاً جديداً في الواقع الأمر، نوعاً من الصغر بحيث لا يستطيعه أي ميكروسكوب عادي إلا تلك الإلكترونية المقتدرة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اكتشف العالم الفرنسي لويس باستير الجراثيم (البكتيريا المخهرية) داعياً بأنها السبب وراء حالات المرض والتعمق. على أية حال، عجز باستير عن رؤية الكائن الدقيق (الجرثوم)

---

\* في الحقيقة، يعارض الكثيرون فكرة كون الفيروسات كائنات حية طالما أنها تفتقد للأالية الأيضية التي تؤهلها للعيش خارج الخلية الضيفة. ولكن بنظر البعض من يعرّفون للحياة على أنها «القابلية على نقل المخطط الوراثي إلى الأجيال اللاحقة»، فإن الفيروسات حية بالتأكيد. على كل حال، أنا مقتنع شخصياً بفكرة أن الفيروس يمتلك تعريف الحياة، أحد قدميه على جانب المعدقات الفوق جزيئية و القدم الآخر على جانب التراكيب البيولوجية البسيطة - المترجم.

المسبب لداء الكلب rabies، رغم محاولاته على مر أكثر من عقد من الزمان وحتى استسلامه عام 1885م. ألقى ذلك بظل من الشك والريبة على نظريته الجرثومية\*\*.

مرض آخر لم يُعثر له أحد على عامل مسبب كان مرض التبغ الفسيفسائي tobacco mosaic disease (والذى سُمي نسبة إلى تكون نمط فسيفسائي على أوراق النباتات الموبوءة). في عام 1892م، عهد عالم النبات الروسي ديميتري إيفانوفسكي Dmitri Ivanovsky على نفسه مهمة البحث عن هذا العامل المريض (كان العمل على مرض التبغ الفسيفسائي أكثر سلامة من العمل على داء الكلب القاتل). هرス إيفانوفسكي الأوراق الموبوءة ومرر عصارتها خلال العديد من المرشحات الورقية والسيراميكية. وكان معروفاً لهذه المرشحات أن تصطاد جميع الكائنات - حتى أصغر البكتيريا.

على كل حال، كان السائل المرشح من خلال هذه المجموعة من المرشحات لا يزال قادراً على إصابة نباتات التبغ السليمة بالمرض الفسيفسائي، مما يدل على أن إيفانوفسكي لم يتخلص من العامل المسبب للمرض. فجرّب مواد مرشحة أخرى وطرقًا علاجية مختلفة وعمليات غسيل للأوراق والعصارة المستخلصة منها، ولكن بقيت نتائجه على حاتها. مهما يكن ذاك شيء الذي يسبب المرض، فإنه تخلص من مصادف إيفانوفسكي.

رفض إيفانوفسكي الاعتقاد بوجود أي كائن حتى أصغر من البكتيريا وهذا فضل الاستنتاج بأن العيب في مرشحاته التي لا تستطيع فصل البكتيريا الصغيرة. مشتمئاً من هذه النتيجة، تخلى إيفانوفسكي عن كامل مشروعه.

في العام 1898م، قرر عالم النبات الهولندي مارتينوس بيجرينيك Martinus Beijerinick أن يجرّب حظه في حل لغز مرض التبغ الفسيفسائي. فأعاد تجربة إيفانوفسكي وحصل النتيجة ذاتها. ولكن على خلاف سابقه، كان بيجرينيك على أتم الاستعداد لأفراض إثبات هذه التجربة بأن العامل المسبب هو جديد من نوعه ومجهول - شيء أصغر بكثير من البكتيريا، مما يفسّر عدم فصله ترشيحياً. اعترف بيجرينيك بأنه لم

\*\* معروف عن العالم الفرنسي الكبير لويس باستير (1822-1895م) أنه أول من صنع لقاحاً ضد داء الكلب، حيث جرّبه على 11 كلباً قبل تجربته على طفل عمره 9 سنوات يدعى جوزيف ميستيه فأنقذه من بrain الموت. عمل هذا الشخص طوال حياته خادماً لمعهد باستير، وعندما ضفت عليه الغرفة النازيون إرشادهم إلى نفق باستير (حيث دُفن) عام 1940م، ففضل الانتحار على الحياة بمنقذه وسيده، فقتل نفسه وهو في الرابعة والستين (مكتفياً بالخمسة والخمسين سنة التي وهبها له باستير بفضل من ربه) - المترجم.

يعرف شيئاً عن ماهية العامل المسبب لجهول، ولكنه دعا بياتات تجربته لوجوده وبأنه صغير للغاية، وأسماه *virus* أو الفيروس - وهي كلمة لاتينية تعني السم.

بينما بدا هذا الاكتشاف ذا متعة ذهنية لبعض العلماء، إلا أن القليل منهم اهتم بعرض خاص ببيانات النبع. فخبر اكتشاف الفيروسات لاقى القليل من الانتباه من الوسط الطبي والعلمي.

في عام 1899م، أجرى العالم الألماني فريديريك لوفلير Friedrich Loeffler تجربة foot-to-mouth disease مماثلة استنجد من خلالها بأن العامل المسبب لمرض القدم إلى الفم كان من الصغر بحيث يستحيل أن يكون من البكتيريا وبالتالي لا بد أن يكون فيروساً آخر. بعدها بعامين (1901م)، كان الجراح العسكري الأمريكي والتر ريد Walter Reed قد أضناه البحث عن سبب للحمى الصفراء yellow fever التي فتك بالعديد من جنود بلاده. وبعد تجاربه على هذا المرض المنقول عن طريق البعوض، وجد بأنه أيّاً كان السبب فإنه لا بد أن يكون من حجم الفيروس. نعم، السبب هو الفيروس بعينه.

أقمع هذا الاكتشاف الوسط العلمي بأن الفيروسات - 1/1000 من حجم أصغر البكتيريا - كانت السبب للعديد من آفات البشر وبالتالي تجب دراستها ومعالجتها بطريقة منفصلة عن البكتيريا. لقد اكتشف إيفانوفسكي وبيجرينيك \*\*\* الفيروسات، ولكن يعود الفضل إلى والتر ريد في تحشيد اهتمام ونشاط المجتمع الطبي والعلمي إلى هذا الميدان.

حقائق طريفة، ما هو الفيروس المرضي الأكثر شيوعاً؟ مجموعة الرايوفيروسات rhinoviruses أو «الفيروسات الأنفية»، والتي تتضمن 180 نوعاً على الأقل. تسبب الرايوفيروسات حالات الزكام (نزلات البرد) وتعدّ عالمية التواجد تقريباً، فتصيب كل فرد بالعالم عدا أولئك الذين يعيشون في المناطق المتجمدة للقاراء القطبية الجنوبية.



\*\*\* اكتشف بيجرينيك كذلك عملية ثبيت النيتروجين للنباتات (تحويل النيتروجين إلى أمونيوم بفعل البكتيريا في العقد الجذرية لبعض البقوليات) و ظاهرة اختزال الكبريت للبكتيريا (نوع من التنفس اللاهوائي). فهو لم يعمل على أمراض الإنسان فقط، وهو ما يفسر ربما خفوت شهرته قياساً بعصره كوخ وباستير - إضافة إلى شخصيته الاجتماعية المهزوزة و سلطنته لسانه على طلابه، إذ حظي بالقليل من المساعدين في مهنته ولم يتزوج أبداً إيماناً منه بتعارض الزواج و العلم و تمسكاً منه بمنط من الرهد و التقشف في الحياة - المترجم.

## المایتوکندریا (بیوت الطاقة)

Mitochondria

سنة الاكتشاف 1898م

ما هي الاكتشاف؟ الأجزاء البالغة الأهمية لكل خلية والتي تُعَلِّمها بالطاقة  
وتحمل الـDNA الخاص بها  
من المكتشف؟ كارل بیندا Carl Benda

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تعتبر المایتوکندریا مصانع طاقة صغيرة في كل خلية. فهي واحدة من التراكيب الصغيرة العديدة التي تطفو في السائل الخلوي (السايتوبلازم) والتي تسمى بمجموعها الغضيّات، ولكنها الأهم من بين جميع الأجزاء الخلوية الأخرى -إضافة إلى النواة.

من الغرابة أن للمایتوکندریا الـDNA الخاص بها. فأنت تعتمد عليها، وهي تعتمد عليك، ولكنها مع ذلك بطيئة كائنات حية منفصلة أثبتت بأنها ذات قيمة في تقصي التاريخ البشري وتطوره وكذلك في فهم العمل الخلوي. لقد شكّل اكتشافها عام 1898م انعطافاً هاماً في علم الأحياء المجهرى.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اكتشف الإنجليزي روبرت هووك Robert Hooke الخلايا عام 1665م عندما فتح ميكروسكوبه على شريحة رقيقة من الإسفنج. وكلما ازدادت الميكروسكوبات تطوراً وقدرةً تكبيرية، كلما ازداد كفاح العلماء في اكتشاف الخلايا بأنسجة نباتية وحيوانية أخرى.

على أية حال، وقفت المشاكل التقنية بوجه تقدّمهم في هذا المضمار. فكانت الميكروسكوبات الأكثر قدرة تعاني من صعوبة أكبر في التركيز، حيث كانت تتشنج تركيزاً حاداً على مناطق أصغر فأصغر، وهذا ما عرف بـ «الخلل اللسوبي». في عام 1841م، ابتكرت ميكروскопات غير ملوئنة خففت كثيراً من هذه المشكلة.

كان من المفروض صيغ النماذج النسيجية مما يسمح بظهور الخلايا المنفصلة (وأجزائها) تحت الميكروскоп. ولكن المشكلة هذه المرة أن الصبغات كانت عادة ما تقتل الخلايا وتحجب ذات الأجزاء الخلوية المراد فحصها. في العام 1871م، أوجد كامينو كوجلي

Camino Golgi طريقة جديدة للصباغة الخلوية اسمها «التفاعل الأسود». وأخيراً سمحت هذه الطريقة للعلماء فرصة التمتع مشاهدة الخيط الداخلي الواقع خلف أسوار الخلية.

حظي الأرشندريةt فيليس فونتان Felice Fontant بمشاهدة نواة خلية من الجلد عام 1781م. وكان الاسكتلندي روبرت براون Robert Brown أول من استعمل لفظة nucleus أو «النواة»، كما يعتبر أول من اكتشف بأن النواة هي جزء أساسي من الخلايا الحية وذلك من خلال دراسته لنبات السحلب. وفي العام 1891م، اكتشف فلهيلم فالدier Wilhelm Waldeyer الخلايا العصبية.

بحلول عام 1895م، كان العديد من الباحثين قد تابعوا الخلايا أثناء انقسامها تحت ميكروسكوباتهم ولاحظوا وجود عدد من التراكيب الصغيرة (أسوها العضيات) داخل كل خلية.

و كان من بين هؤلاء الباحثين رجل من مواليد عام 1857م بجنوب ألمانيا، يدعى كارل بيندا Carl Benda. و منذ ريعان شبابه، تعلق بيnda بالعالم الجهرى وكان من أوائل من أطلقوا على أنفسهم لقب microbiologist «مايكروبایولوجي» أو مختص بالأحياء الجهرية، متخصصاً من دراسة العالم الجهرى مسلكاً حياته العملية والعلمية. كان التحديق إلى داخل الخلية الحية متulla كل المتع بالنسبة لبيندا.

اتضح عام 1898م بأن السايتوبلازم الخلوي (الجزء الداخلي السائل للخلية) ليس بسائل بسيط متتجانس، بل كانت هناك تراكيب صغيرة تطفو عليه و تعمل أشياء غير مفهومة أبداً.

خلال تجربة له عام 1898م، استطاع بيnda أن يحصل على مئات من التراكيب الصغيرة في السايتوبلازم خلال غشاء خلية ما. اعتقاد بيnda أنها لا بد أن تكون أعمدة صغيرة تعمل على الحفاظ على شكل الخلية، فأطلق عليها اسم mitochondria أو «المایتوکوندريا»، وهي كلمة إغريقية تعني «خيوط غضروفية». لا هو ولا غيره من علماء زمانه أعطى المایتوکوندريا أي اهتمام يذكر عدا أنها كانت متواجدة وبأنها كانت جزءاً من التركيب الداخلي للخلية.

بحلول عام 1910م، كان العلماء أكثر قدرة على استرقة النظر من خلال الجدران الخلوية ومتابعة الخلايا الحية أثناء عملها. توقع العديد من العلماء بأن المایتوکوندريا كانت

تم الخلية بالطاقة. وفي عام 1920م، أثبت العلماء بأن المايتوكوندриا هي فعلاً بثابة مصانع طاقة توفر أكثر من 90% من إجمالي الحاجة الطافية للخلية.

في عام 1963م، تبين بأن المايتوكوندريا تمتلك **DNA** الخاص بها (يُسمى **mDNA**)، والذي يُعد اكتشافاً هائلاً رقى بالمايتوكوندريا إلى مصاف أهم أجزاء الخلية الحية. فهو يعني بأننا نتشارك في الواقع مع مستعمرات من الحشرات الصغيرة! في وقت ما من الزمن الغابر، عقدت كائنات المايتوكوندريا الدقيقة عقداً مع الخلايا الأكبر، ودفعت بالطاقة جزءة مقابل حياتها. لقد تحركت المايتوكوندريا إلى الداخل، ولكن احتفظت بال-DNA الخاص بها، مما جعل من هذه التراكيب الثانوية الصغيرة فريدة من نوعها بين جميع عناصر الجسم الحي ومادة دسمة للبحوث المستمرة.

ولكن تبقى البداية مع بیندا - رغم أنه لم يمتلك أدنى فكرة عن الأهمية القصوى التي يحملها اكتشافه بين طياته.

**حقائق طريفة:** تدعى المايتوكوندريا «بيوت طاقة الخلية»، حيث يتم فيها إنتاج جميع طاقة الخلية - بما في ذلك الطاقة التي تحتاجها لرف عينيك، أو يحتاجه قلبك للخفقان، أو تحتاجها لأداء مهام مذهلة كالقيام بسباق سري لصعود 104 طابقاً من بنية الامبراطور ستايت، والذي تحمل رقمه القياسي بليندا سوسزين Belinda Soszyn (من استراليا) عام 1996م بزمن قدره 12 دقيقة و 19 ثانية. تصور كم من الطاقة كانت على المايتوكوندريا المسكينة لهذه المسابقة إنتاجها!



\* كثيراً ما كنت أتعجب من ردة فعل بعض لاعبي كرة القدم عند إصافاتهم لركلة ترجيحية في مباراة هامة، إلى أن حصلت معي القصة التالية: لا زلت أتذكر كم من النشوة والفرحة غمرتني وأنا لا أزال طالباً في ثالث سنوات دراستي للطب عندما اعتقدت أنني توصلت إلى ارتباط ما بين المايتوكوندريا والبكتيريا. وأنذكر جيداً كيف بدأ الأمر مع ذكر أستاذة المايكروبيولوجي لحجم البكتيريا (0.2-0.5 ميكرون) فتذكرت أنني قرأت ذات الحجم للمايتوكوندريا في السنة الأولى، وتعجبت من هذه المصادفة. بعدها، و مع استمرار الحاضرات الواحدة تلو الأخرى، بدأت تجتمع لدى معلومات أخرى متطابقة بين الاثنين - مثلاً الغشاء المزدوج لكليهما، الطيات الداخلية لغشاءهما الداخلي، احتوائهما على **DNA** و الرايبيوسومات، قيامهما بعملية الفسفرة المؤكسدة. إن من الخصائص المشتركة التي بلغت تسعًا - إن لم تخنني الذاكرة. المهم، لم تدم فرحي طويلاً، و تحولت إلى حسرة لا تخلو من طرافة، و ذلك عندما علمت بأن هذه الفكرة قد سبقني إليها آخرون دون أن نعلم بذلك (أقصد أنا وأستاذتي التي تعجبت هي الأخرى من هذه المقارنة التي أقتنتها) و لكن نعيش في العراق الماحضر. من يومها أحست بشعور إضاعة ركلة ترجيحية في مباراة لكرة القدم، بل لا أزالأشعر به و أنا أختلط هذه العبارات التي أكتبها الآن بأناضل أكلتها الحسرة! - المترجم.

## النشاط الإشعاعي

### Radioactivity

سنة الاكتشاف 1901م

ما هي هذه الاكتشافات؟ ليست الذرات بكرات صلدة وأصغر دفاتر مكتبة  
للمادة، بل تحوي بداخلها عدداً من جسيمات أصغر  
من المكتشف؟ ماري كوري Marie Curie

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تصدر نباً اكتشاف مدام كوري لعنصرتين ذوي نشاط إشعاعي طبيعي، البولونيوم والراديوم، عنوانين أخبار العالم. لكن اكتشافها الحقيقي يمكن في إثباتها بأن الذرات ليست بكرات صلدة صغيرة وبأنها لا بد تحوي جسيمات أصغر بداخلها. لقد فتح هذا الاكتشاف الباب على مصراعيه أمام جميع البحوث الذرية والدون ذرية بل حتى لانشقاق الذرة بعد ذلك.

أنجزت كوري تجاربها على العناصر المشعة قبل فهم العالم لمخاطر الإشعاع النووي. فعانت اعتلالاً في صحتها (مرض الإشعاع) لمعظم حيّاها، وظلت دفاتر ملاحظتها نشطة نشطاً إشعاعياً عالياً حتى بعد موتها بسنوات.

تُصنف دراسات ماري كوري كواحدة من الانعطافات الكبيرة في مسار العلم. فالفيزياء بعد كوري مختلفة تماماً عن فيزياء ما قبلها وهي ترتكز على خبايا العالم دون ذري الجهول. لقد حطمت ماري كوري باباً يخترق صميم الذرة، قاد بعد ذلك إلى معظم التطورات العظمى التي شهدتها فيزياء القرن العشرين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1896م، قررت ماري كوري Marie Curie أن تكمل أطروحتها للدكتوراه في حقل جديد من نوعه تماماً: الإشعاع. لقد أمتعتها دراسة شيء لم يره أو يدرسه أحد من قبل. جُلُّ ما كان يعرفه العلماء آنذاك وجود واصل من إشعاع مشحون كهربائياً في الهواء حول مادة اليورانيوم، لا أكثر ولا أقل. استعملت ماري جهازاً ابتكره زوجها البروفيسور بيير كوري Pierre Curie لتقضي الشحنات الكهربائية حول المعاذج المعدنية، فأطلقت

على هذه العملية بالنشاط الإشعاعي مستنيرة بأن هذا النشاط الإشعاعي منبعث من داخل ذرة اليورانيوم.

و نظراً لأن الزوجين لم يمتلكا مالاً كافياً للصرف على بحثها، وفي وقت رفضت فيه الجامعة تمويلها، اضطررت ماري للاستجدة في سبيل الحصول عن مكان مجاني لإجراء اختباراتها. فعثرت أخيراً على كوخ مهجور كان قد استعمله فرع الأحياء لجمع جثث وحيوانات. لقد كان المكان شديد الحرارة صيفاً، فارس البرودة شتاءً، مع قلة من المناضد والمقاعد الخشبية وموقد صدى قديم.

في عام 1898م، منحت ماري معدناً خاماً غريباً لليورانيوم يدعى بيتشبليند pitchblende، أظهرت تجاربها أنه يبعث من النشاط الإشعاعي أكثر من كمية اليورانيوم المتوقع احتواوها. فاستنتجت ماري وجود مادة أخرى ضمن تركيب البيتشبليند تعطي الإشعاع الزائد هذا. بدأت العمل بـ 3,5 أونصاً منه، مستهدفة إزالة جميع المعادن المعروفة بحيث يكون كل ما يتبقى بالنهاية هو هذا العنصر الجديد النشط إشعاعياً. فقامت بطحن المادة الخاممة بمطرقة الملاون، أمرتها من خلال منخل، أذابتها في الحامض، غلت السائل، رشحته، قطّرته ثم حللت كهربائياً.

على مر الأشهر الستة اللاحقة، قامت ماري وزوجها ببير بفصل وفحص جميع العناصر الثمانية والسبعين المعروفة ليتحقق فيما لو كانت هذه الإشعاعات الغريبة متداولة من أي عصر آخر عدا اليورانيوم، فقضيا معظم وقتهم في التوصل للحصول على غاذج صغيرة من العناصر العديدة التي لم يقويا على شرائها. وبشكل غريب، كلما كانت ماري تزيل عدداً أكبراً من العناصر المعروفة، كلما كان المتبقى من المادة الخاممة يصبح أنشط إشعاعياً من السابق.

ما كان يقتضي أساساً لإنجازه، دام شهوراً طوالاً نظراً لظروف العمل الكثيبة لهذين الزوجين الفقيرين. وفي مارس 1901م، استسلم البيتشبليند أخيراً وباح بجميع أسراره. لم تغادر ماري على واحد بل اثنين من العناصر المشعة الجديدة: البولونيوم (أسمته ماري تيمناً باسم بلدتها الأصلي بولندا\*) والراديوم (سمى كذلك لأنه كان أكثر عنصر نشط إشعاعياً يتم اكتشافه). فقد حضرت ماري نموذجاً صغيراً من ملح الراديوم النقي وزنه 0,0035

\* وذلك في بادرة وطيبة منها تجاه بلدانها المقسم آنذاك بين روسيا وبروسيا والنمسا - المترجم.

أونصا - أقل من وزن رقيقة بطاطس - ولكنه كان يفوق اليورانيوم نشاطاً إشعاعياً بعشرات الآلاف !

نظرأً لعدم اكتشاف مخاطر الإشعاع حينذاك، عانى كل من ماري وبيير مشاكل صحية كثيرة: أوجاع وآلام مختلفة، تقرحات على اليدين، إعياء مزمن، نوبات مستمرة من أمراض خطيرة كالالتهاب الرئوي، إلى أن لاقت ماري حفتها مقتولة بالإشعاع الذي وهبته جيئع عمرها لدراسته، وذلك عام 1934\*\*.

حقائق طريفة: شُكِّل عدد النساء الحائزات على جائزة نوبل 34 فقط من أصل 723 جائزة منحت لحد عام 2005م. لم تحظ ماري كوري بشرف كونها أول امرأة تحصل على جائزة نوبل فقط، بل وتعد من بين أربعة أشخاص فقط حازوا عليها مرتين\*\*\*.



---

\*\* تخلف حياة مدام كوري بسماذج أخرى من التضحية، ففي وقت لم تقدر هي وزوجها على الذهاب فيه إلى السويد لاستلام جائزة نوبل عام 1903م، فلماهما تقاسما المكافأة المادية بعد ذلك مع الحاجين من معارضهما، وخصوصاً الطلبة منهم - المترجم.

\*\*\* يستمر مسلسل إحصائيات نوبل مع مدام كوري: فهي الشخص الوحيد الحائز عليه في فرعين من فروع العلم (الفيزياء 1903م، الكيمياء 1911م)، وأول اثنين حازا عليه في حقول مختلفين. حاز زوجها وابنته وصهرها على النobel جميعاً (لاقت ابنتها نفس مصيرها و من البولونيوم بالذات) - المترجم.

## طبقات الغلاف الجوي

### Atmospheric Layers

سنة الاكتشاف 1902م

ما هذا الاكتشاف؟ ي تلك الغلاف الجوي للأرض طبقات متماثلة من الهواء، كل طبقة منها تفرد بدرجات حرارتها، كثافتها، رطوبتها، وغيرها من الخصائص

من المكتشف؟ ليون فيليب تيسيرين دي بور  
Leon Philippe Teisserenc de Bort

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

ما الذي يمكنه أن يكون أكثر أساسية لفهم كوكب الأرض من معرفة ما يقع بين سطح الأرض ومركزه، أو بين سطحه والفضاء الخارجي؟ ومع ذلك بزغ فجر القرن العشرين على العلم وهو لا يمتلك أدنى فكرة عما كان عليه الغلاف الجوي بأكثر من ميلين اثنين فوق سطح الأرض.

كان تيسيرين دي بور أول من وسع مدارك العلم ليستوعب الطبقات العليا من الغلاف الجوي للأرض. فقد أمدنا اكتشافه بأول صورة دقيقة لغلافنا الجوي وأرسى أسس فهمنا للظواهر الجوية (العواصف، الرياح، السحب... الخ). كما كان تيسيرين دي بور أول من يأخذ بأدوات علمية إلى أعلى الجو.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

من مواليد باريس عام 1855م، عُيِّن ليون فيليب تيسيرين دي بور Leon Philippe Teisserenc de Bort رئيساً للمركز الإداري للدراسات الأرصاد الجوية الوطنية في باريس وهو بعمر الثلاثين. هناك، أصابته خيبة أمل لاعتقاده بأن عجز العلم عن فهم وتوقع الطقس ناجم عن قلة معرفة بالجو لأكثر من ثلاثة أو أربع كيلومترات فوق سطح الأرض.

بالطبع، كانت الرحلات المنطادية الجوية (المملوقة بالهواء الحار والغاز) التي قام بها البعض، قد حللت أجهزة إلى الجو لدراسته. ولكنها لم تخاطر قط بالصعود لمستوى أعلى من

أربع أو خمس كيلومترات بالجو، طالما تفتقد هذه المناطق للأوكسجين الكافي لتنفس رواد هذه المناطق.

في عام 1895م، تخلى تيسيرين دي بور عن منصبه مكرّساً جل وقته لتطوير مناطيد غازية عالية الانطلاق وبدون رواد البشر، وذلك في قصره بفيرسيل (في ضواحي مدينة باريس). على مر السنوات الخمسة اللاحقة، صمم تيسيرين دي بور علبة من الأدوات موضوعة في سلة مصنوعة من أغصان الأشجار اللدننة لتغطير بها مناطيده. كانت مجموعة من المخارير والمضايقي قد رُبطت إلى أجهزة قياس بحيث يحصل صاحبها على قياسات مدونة للظروف الجوية العليا حالما يعود المنطاد إلى الأرض. كما صمم نظام إطلاق ومظلة حمل السلة بعد إطلاقها من المنطاد الطائر وذلك بغرض إنزال علبة أدواته برفق نحو الأسفل.

وجد تيسيرين دي بور بأن افتقاء السلة والمظلة أكثر صعوبة مما تخيله للوهلة الأولى، حقاً بعد الاستعانة بتلسكوب، فقد اقتضت كل رحلة للمنطاد تدافعاً مجنوناً عبر الريف للإبقاء بالعلبة الماء الطيرة ضمن مستوى النظر. ومع هذا لم يعثر على بعض هذه العلب فقط، فقد غاصت بعضها في الأنهار والبحيرات، وتحطم أخرى بعد فشل عمل مظلاتها.

استمر تيسيرين دي بور بالمواظبة على عمله - وندهش من هول ما اكتشف. كانت درجات حرارة الجو تنخفض بمعدل ثابت مقداره 6,5 درجة سيليزية لكل كيلومتر من العلو (19 درجة فهرنهايت لكل ميل)، وقد كان هذا الانخفاض متوقعاً.

حدث ما لم يكن في الحسبان على علو حوالي 11 كم (7 ميل، أو قرابة 37000 قدم)، حيث توقفت الحرارة كلياً عن الانخفاض وحافظت على مستوى مقداره - 53 درجة سيليزية لعلو فاق 48000 قدم (وهو العلو الذي كان يقدور مناطيد تيسيرين دي بور بلوغه).

لم يستوعب تيسيرين دي بور فكرة أن تكون الحرارة قادرة على التوقف عن الهبوط، فتوقع بأن تكون أدواته قد صعدت إلى علو تدفع فيه حرارة الشمس المحرار لتعوض بذلك عن الهبوط المستمر لحرارة الجو. ومن هنا عزم على إطلاق مناطيده أثناء الليل تلافياً لاحتمالية التسخين الشمسي هذه - رغم صعوبة افتقاء نزول المظلة. فتكررت نتائجه حتى في الليل، وبقيت الحرارة ثابتة فوق مستوى 11 كم.

بعد إجراء 234 تجربة، سلم تيسيرين دي بور بدقة نتائجه وبوجود طبقتين منه صلتين من الغلاف الجوي. وبالقرب من سطح الأرض، تقع طبقة سفلی بسمك 11 كم تحدث فيها

التغيرات الحرارية المسؤولة عن حدوث التيارات والرياح والغيوم والطقس، وفوقها طبقة أخرى تتمتع بدرجة حرارية ثابتة تسمح باستقرار الهواء ضمن طبقات هادئة مرتبة.

أطلق دي بور على الطبقة السفلية اسم *troposphere* أو «التروبوسفير» المشتق من كلمات إغريقية تعني «كرة التغير»، وعلى الطبقة العليا اسم *stratosphere* أو «الستراتوسفير»<sup>\*</sup> المشتق كذلك من كلمات إغريقية تعني «كرة الطبقات». لا يزال هذا الاكتشاف لتيسيرين دي بور أساس فهمنا للغلاف الجوي.

حقائق طريفة، يدرك العلماء الآن بأن الغلاف الجوي يتألف من طبقات عدّة، ولكن تبقى التروبوسفير الطبقة التي يقع في نطاقها طقس العالم أجمع.



---

\* الستراتوسفير هي الطبقة الحاوية على الأوزون  $O_3$  (10–50 كم عن سطح الأرض)، الذي يعمل على امتصاص 93–99% من الأشعة فوق البنفسجية المضرة بالحياة — المترجم.

## الهرمونات

Hormones

سنة الاكتشاف 1902 م

ما هي الهرمونات؟ المنشآت الكيميائية التي تسبب فعلاً (تأثيراً) في مختلف أعضاء الجسم من المكتشف؟ وليام بايليس William Bayliss وروبرت ستارلينج Ernst Starling

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

مع بزوغ فجر القرن العشرين، اعتقاد العلماء بأن جميع إشارات السيطرة في جسم الإنسان كانت ترسل كهربائياً على امتداد الألياف العصبية. ثم اكتشف بايليس وستارلنغ وجود منشآت كيميائية - تُدعى الهرمونات - وكذلك إشارات كهربائية تحت أعضاء الجسم على أداء مهامها. فافتتح هذا الاكتشاف المذهل حقولاً واسعاً من علم الطب: علم الغدد الصماء endocrinology، وأحدث ثورة في الفسلجة حتى عدّ واحداً من أعظم الاكتشافات المتعلقة بجسم الإنسان في كل زمان.

فور اكتشافها وإنجاحها تجاريًّا، استُقبلت هذه الهرمونات بالحفاوة والتكرير باعتبارها الأدوية المعجزة التي أصبحت متناول وصول الناس في الأسواق. كان الأدريناлиين (أول الهرمونات المكتشفة) بمثابة أول «قبيلة» دوائية في القرن العشرين، فتبعه هرمونات أخرى على الفور.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

حظي بايليس وستارلنغ بشرف اكتشاف الهرمونات. ولكن علينا ألا ندخل بعض من هذا الشرف على أولئك الذي سبقوهما ببضعة سنين، من اكتشفوا فعلاً أول هرمون - رغم أنهم لم يدركوا المغزى الحقيقي لاكتشافهم.

خلال سلسلة طويلة من التجارب الحيوانية عام 1894 م، أظهر عالم الفسلجة البريطاني إدوارد ألبرت شاري-شافر Edward Albert Sharpey-Schafer بـأن السائل المستنبط من الغدة الكظرية يؤدي إلى رفع الضغط في حال حقنه داخل التيار الدموي

للحيوان. فظن أنها مجرد نتيجة ممتعة دون أن تجدي بأيةفائدة عملية. وبعدها في عام 1898م، أدرك عالم الأدوية الأمريكي جون أبيل John Abel القيمة الطبية لهذه المادة ودرس منشأها وتركيبها الكيميائي، فتخرج في فصل المادة الكيميائية الأساسية من هذا السائل وأسمتها *epinephrine* أو «إيبينفرين» - وهي كلمة مشتقة من اللغة الإغريقية بمعنى « فوق الكلية »، دلالة على موقع الغدة الكظرية.

بعدها بعامين، نصب رجل الأعمال والكيميائي الياباني جوكيشي تاكاميي Jokichi Takamine مختبرا في نيويورك لعمل نسخة اصطناعية عن الإيبينفرين في صيغة بلورية نقية يمكن إنتاجها تجاريًا. فتخرج في مسعاه عام 1901م، وأسمتها *adrenalin* أو «أدرينالين» دلالة على منشأ المادة الطبيعية الأصلية من الغدة الأدرينالية (الكظرية).

بينما أيقن تاكاميي القيمة التجارية لمتوجره (و حصل على براءة اختراع التسمية وطريقة التحضير)، لكن فاته المغرى البيولوجي لإيجاد مادة كيميائية تنتقل خلال مجرى الدم لإيصال رسالة تعديل لعضو ما.

في عام 1902م، بدأ أستاذان وباحثان طبيان من جامعة كلية لندن بدراسة العصارات الهضمية. كان أولهما في الأربعين من عمره يدعى ويليام بايليس William Bayliss، أما زميله فلم يكن سوى نسيبه البالغ من العمر أربعة وثلاثين عاماً والمدعو إرنست ستارلنج Ernest Starling.

كان علماء الطب على علم بأن البنكرياس يقوم بإفراز عصارة هضمية ريشما ينتقل الطعام من المعدة إلى الأمعاء الدقيقة. ولكن كيف علم البنكرياس بوجوب إفرازه للعصارة بذلك التوقيت؟ افترض الجميع وجود إيعاز كهربائي مُرسل بطريقة ما عبر الخلايا العصبية. فقرر بايليس وستارلنج وضع هذه النظرية موضع الاختبار.

قام الاثنين بقطع الأعصاب المؤدية إلى البنكرياس لكلب مختبرى. ولكن استمر البنكرياس في تقليل أداءه ملتزمًا بذاتها النص. و يتمحىص أكثر في الدراسة، وجداً بأن بطانية الأمعاء الدقيقة للكلب قد أفرزت مادة سائلة فور وصول الحامض المعدي إليها. فانتقل هذا السائل (أو ما أسميه *secretin* «السكريتين») خلال مجرى الدم إلى البنكرياس وأوعز له بذلك الأداء المتنق.

خلافاً لتأكيمي، أدرك بايليس وستارلنغ بأن هذه كانت بمنابع أول حالة موثقة لإشارة ٌرسل كيميائياً خلال الجسم بدلاً عن إرسالها كهربائياً على امتداد الألياف العصبية. وصرحاً بمحلاً حظاهما هذه، فكانت محل ابتهاج واستغراب المجتمع العلمي على حد سواء.

تoccus بايليس وجود العديد من المراسلات الكيميائية الأخرى سيتم العثور عليها في المستقبل. ولدى قراءته لتقرير عن عمل تاكامي، أدرك بايليس أن الأخير قد اكتشف لتوه عضواً آخر من مجموعة المراسلات الكيميائية من خلال عزله للأدرينالين.

في عام 1905م، ابتكر ستارلنغ<sup>\*</sup> لفظة *hormones* أو «هورمونات» لوصف هذه المجموعة المتامية من المراسلات الكيميائية، وذلك اشتقاً عن الكلمة إغريقية تعني «أن تشير لنشاط ما». فكان ثالث هورمون يُكتشف هو *cortisone* «الكورتيزون» وذلك عام 1935م من قبل الباحثي الأمريكي إدوارد كالفن Edward Calvin. أما الآن، فهناك حوالي 30 هورموناً مُكتشفاً يقوم بتسريع مختلف الإيعازات خلال الجسم - و التي مهما أفضنا في ذكر فوائدها، لن نصل حد المبالغة.

حقائق طريفة، روبرت إيرل هيوز Robert Earl Hughes، الرجل الأضخم في العالم، كان يزن 484 كغم (1067 رطل) عند وفاته عام 1958م. بعد سنوات من وفاته هذه، اكتشف العلماء أنه كان يعاني نقصاً في هورمون التايدروكسين. فبدون هذا الهرمون الحيوي، لم يقدر جسمه على حرق الطعام الذي كان يتناوله، فاستمر بخزنه على شكل دهون.



\* إن هذا العالم مشاركات أخرى مهمة في الطب، منها: اكتشاف الحركة الدودية للأمعاء (مع بايليس)، وظيفة القنوات الكلوية البعيدة في امتصاص الماء والسوائل، معادلة معروفة باسمه لوصف حركات السوائل داخل الجسم، و قانوننا معروفاً باسمه يوضح عمل القلب - المترجم.

$$E = \kappa s^2$$

سنة الاكتشاف 1905م

ما هذا الاكتشاف؟ أول علاقة مثبتة بين المادة والطاقة

من المكتشفAlbert Einstein

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

طوال التاريخ، كانت المادة مادة والطاقة طاقة، فالاثنان كانتا بمثابة مفهومين مختلفين لا علاقة لهما ببعضهما البعض. ثم جاء آينشتاين ليثبت العلاقة بين المادة والطاقة بوضعه للمعادلة الأشهر في تاريخ البشرية،  $E = \kappa s^2$  (تليها شهرة نظرية في شاغورس للمثلث القائم الزاوية،  $A^2 = B^2 + C^2$ ).

عرفت نظرية آينشتاين، لأول مرة، العلاقة الكمية بين المادة والطاقة، وعندت بأن هذين الجانبيين من الكون والذين لطالما اعتبرا منفصلين كانوا في الواقع قابلين للمبادلة بعض أو بمثابة وجهين لعملة واحدة.

لقد غيرت هذه المعادلة لوحدها من مسار البحث الفيزيائي، جعلت من حساب مايكلسون لسرعة الضوء (1928م) أمراً بالغ الأهمية، وقدرت مباشرة إلى تطوير القبلة الذرية والطاقة النووية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1903م، حصل ألبرت آينشتاين Albert Einstein، البالغ من العمر أربعة وعشرين عاماً، على وظيفة كاتب تسجيل لصالح مكتب تسجيل براءات الاختراع السويسري. كان جل عمله يقضي بالتحقيق في الصحة التقنية لطلبات التسجيل. ورغم أنه طالما حلم وسعى وراء وظيفة في الحقل العلمي، إلا أنه فشل فشلاً ذريعاً في التوغل إلى ذلك العالم. فقد رسب في دراسته الثانوية وحرم من التدريس فائتاً.

كان آينشتاين متزوجاً وقتذاك بصديقه أيام الدراسة الثانوية، وبعيش كرجل بيروقراطي من الطبقة الفقيرة بالكاد يقتات رزقه في مدينة برن بسويسرا. وكان كل شيء يدل على أنه سيقضي باقي حياته على تلك الحال.

رغم إبعاده عن التعليم الرسمي، إلا أن ذلك لم يمنع آينشتاين من أن يكون رياضياً وفزيائياً هاوياً وشغوفاً، يقضي معظم أوقات فراغه تقريراً في التدبر والتفكير بالألفاظ والسائل العظيمة التي كانت تواجه فيزيائي زمانه.

برع آينشتاين فيما أسماه التجارب الذهنية، التي بحث من خلالها عن صور ذهنية خلابة يامكأنها تسليط الضوء على المسائل الفيزيائية المعقدة، وإضفاء منظور جديد عليها. ثم بدأ بتطبيق الطرق الرياضية التي كان ضليعاً بها لشرح هذه الصور وفهم تطبيقها في الفيزياء.

في العام 1904م، كان آينشتاين يحاول توسيع نطاق فيزياء عصره بالتركيز على العلاقات بين الضوء والفراغ والوقت. وتعُّنَّ من إظهار أن الضوء موجود على شكل موجات ودفائق (جسيمات) على حد سواء\*. (نطلق على دقة واحدة أو كم واحد من الضوء بالفوتون).

قاد هذا العمل آينشتاين إلى مبدئه الثوري للنسبية، فوصل إلى عدد من النتائج المذهلة من خلال الحسابات الرياضية التي وصفت هذا المبدأ. الوقت من اللدانة كما هو الفراغ (المكان)، يبطأ كلما أسرع الجسم، والأجسام بدورها تزداد كتلة كلما اقتربت في سرعتها من سرعة الضوء. أرسست النظرية النسبية لأينشتاين ارتباطاً مباشراً بين الفراغ (المكان) والوقت (الزمان) وأظهرت بأن كليهما يعوج ويتشوه حول الأجسام الثقيلة (كالنجوم مثلاً)، وبأن قياسهما يمكن فقط من مفهوم نسي و ليس مطلق.

من هذا الأساس النظري البحث، استمر آينشتاين بتطوره الرياضي وأظهر بأن الجسم كلما اقترب من سرعة الضوء، كلما ازداد طوله، ازدادت كتلته، وتباطأ الزمن. وقد تم تأكيد هذا المبدأ لاحقاً باستخدام ساعة دقيقة محممة على طائرات نفاثة عالية السرعة

إذا كانت المادة تتغير بازدياد سرعتها، فإنها لا بد أن تكون ذات علاقة ما بالطاقة. وأدرك آينشتاين بأن نظريته النسبية تدل على أن المادة هي نوع عالي التركيز من الطاقة، وتوقع بأنه قادر على استنتاج علاقة رياضية بينهما.

علم آينشتاين بأن هذا المفهوم الثوري يناقض المفهومين المشهورين والمقبولين بحدافيرهما لحفظ الكتلة (لافوازيه، 1789م) وحفظ الطاقة (هيملترز، 1847م). كان آينشتاين يقول ببساطة أن عملاقي العلوم هذين مخطئان، فلا الطاقة ولا الكتلة كانت مستقلة الحفظ عن

\* ليفضَّ بذلك نزاعاً طال أمده بين أنصار النظرية الدقائقية لبيتون و النظرية الموجية الكهرومغناطيسية لماكسويل، و ذلك من خلاله إبانه للطبيعة المزدوجة للضوء - المترجم.

الأخرى، ولكن مجتمعين، فإن الطاقة الكلية لهذه المنظومة الطافية – الكتالية يجب أن تظل ثابتة.

أظهر آينشتاين بأن معادلة الطاقة – الكتلة التي أشتقها ( $\text{طا} = \kappa \text{ س}^2$ ) كطبيقة سكر تعطي سطح كعكته من النظرية النسبية. فنشر مقالة عنها وكأنما فكرة ملحة بنظريته النسبية وناجحة عنها. بالنسبة لصاحها، كانت هذه المعادلة قم فقط من وجهة نظر فيزيائية وعلمية لا غير، أو كطريقة لبيان العلاقة المتبادلة بين الكتلة والطاقة. لم يعتقد بأيّها كانت مهمة بالذات.

أما الآخرون، بطبيعة الحال، فقد استوعبوا بسرعة تطبيقات معادلة آينشتاين لتصميم الأسلحة والإنتاج الطاقة النووية. «العالم» قال ألدوس هوكسلي \*\* Aldous Huxley وهو يراجع فيزياء آينشتاين «ليس فقط أغرب مما نتصور، بل أغرب مما يمكن أن نتصور» \*\*\*.

حقائق طريفة، تخبرنا المعادلة المشهورة لأينشتاين كم من الطاقة موجود بالضبط في أي جسم (أو كتلة) كان. مهما يكن من أمر، فإن تفاعلاً واحداً فقط بإمكانه تحرير كل هذه الطاقة: الاصطدام المادي – الضد مادي، الحصول المضبوط الوحيد للمادة إلى الطاقة في الكون.



---

\*\* الكاتب الإنجليزي المعروف (1894-1963م)، صاحب الرواية الشهيرة (العالم الجديد الشجاع Brave New World)، التي تحدث فيها عن حالة من «اليوتوبيا» سيشهدها النصف الأخير من القرن العشرين - المترجم.

\*\*\* نعلم من غرائب هذه المعادلة ( $\text{طا} = \kappa \text{ س}^2$ ، أن الطاقة المتضمنة في كتلة كغم واحد يمكن أن تشغّل مصباحاً كهربائياً بقدرة مائة واط لثلاثين مليون سنة و تحرك سيارة لمائة ألف عام، وأن شمس اليوم تقل كتلة عن شمس الأمس، ففي كل ثانية تحول أربعة ملايين طن من كتلة الشمس إلى طاقة - المترجم.

# النسبية

## Relativity

سنة الاكتشاف 1905م

ما هذا الاكتشاف؟ نظرية آينشتاين بأن المكان والزمان مندمجان ليكونا ببيان الكون والذي يعُوج ويتشوه بفعل الجاذبية  
من المكتشف؟ ألبرت آينشتاين Albert Einstein

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يُعد ألبرت آينشتاين واحداً من ثلاثة أو أربعة علماء فقط في التاريخ من غَيْرِوا الطرق الأساسية التي ينظر بها البشر للكون. فقد غيرَت النظرية النسبية لأينشتاين لب افتراضات الجنس البشري حول طبيعة الكون وموقع الأرض والبشر فيه.

التطورات التي شهدتها القرن العشرون في المجالات التكنولوجية والعلمية والرياضية تدين بتأسيسها لهذا العالم المتواضع بشكل عميق وجوهري. لقد لامس حياناً ربما أكثر من أي عالم آخر في التاريخ. ولكن طيلة السنتين الستة والعشرين الأولى من حياته، لم يفكر أحد بأن لديه أية فرصة في دخول عالم العلم على الإطلاق.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ناشنا في مدينة ميونيخ بألمانيا، لم تبدأ على ألبرت آينشتاين أية إمارات العقريبة. فقد وُصف بالطفل البليد الذي لا يجيد اللعب مع الأطفال الآخرين. أما معلمون قواعد اللغة فقد دعواه بالمشوش والمزعج. كانت النتيجة أن طرد آينشتاين من المدرسة بسن السادسة عشرة. فشجعه والده أن يقدم للدخول في معهد التقنيات المتعددة بمدينة زيورخ السويسرية، وأن يتعلم صنعة أو تجارة يساعده فيها على إعالة أسرته. لكنه فشل في اختبار الدخول.

وأخيراً تأثر مدير مدرسة بقبليات آينشتاين الحسابية ورئب له لإثناء دراسته الثانوية على مقربة من مدينة آرو السويسرية. وبعمر السابعة عشرة، انتقل ألبرت إلى مدينة زيوريخ.

هناك أظهر بعض الفائدة في مواضيع الحساب والعلوم، ولكن تراكمت عليه العديد من التقارير والعقوبات التأديبية. فلقد كان حراً يأراه دون أن يهمه كونها مؤذية أو مغيرة أم لا، فحصد عليها تقديرات سيئة من أساتذته، حتى أن أحدهم أسماه «الكلب الكسول».

كان آينشتاين يأمل أن يعمل في سلك التدريس، ولكن لم تسعفه درجاته وتقديراته. أصابه الاشمئزاز فترك العلم وراءه وبدء بامتهان وظائف غربية لإعالة نفسه. وفي العام 1902م، حظي بوظيفة كاتب في دائرة تسجيل براءات الاختراع السويسرية مهتمه التحقيق في الصحة التقنية لطلبات التسجيل، فبدت له جميع الأبواب المؤدية إلى السلك العلمي موصدة بوجهه.

كان أثناء ركوبه لعربة في مدينة برن السويسرية في يوم من أيام ربيع عام 1904م عندما ومضت الصورة لأول مرة في خياله ألبرت آينشتاين. كانت الصورة لرجل يركب مصعداً يهبط من ارتفاع كبير. فأدرك آينشتاين لفوره بأنه يمكن لصورة هذه «التجربة الذهنية» أن تنهي بمسألة لطالما قضت مضجعه (أسوة بغيره من العلماء) لسنوات عديدة.

علم آينشتاين بأن الرجل الذي في المصعد لم يكن يعرف بمحبوطه، لأنه لم يكن يهبط بالنسبة لحيطه (المصعد). كما أنه لم يكن قادراً - مثلاً - على معرفة بأنه (و مصعده) مسحوبان بفعل مجال الجاذبية. ولو دخلت حزمة أفقية من الضوء خلال جانب المصعد فإنما كانت ستضرب الجدار البعيد على مستوى أعلى لأن المصعد كان سيتل مستوي أدنى أثناء اختراق الحزمة بجداره. كان سيبدو للرجل وكأن حزمة الضوء قد انحنت للأعلى، بينما في منظورنا (بالنسبة إلينا) انحنت حزمة الضوء بفعل حقل الجاذبية. فالضوء لم يكن فقط غير قادر، بل كان من الروتيني له، أن ينحني بفعل حقول الجاذبية للنجوم والكواكب.

لقد كان ذاك مفهوماً ثوريأً حرياً بأحد أعظم الأذهان العلمية في العالم. اعتاد آينشتاين اللجوء إلى هذه «التجارب الذهنية» التخيلية لتسليط الضوء على المسائل المعقّدة للمبادئ العامة. كانت تلك طريقة جديدة وفريدة من نوعها للدراسة الفيزياء وقدّرت آينشتاين إلى كتابة سلسلة من أربعة تقارير أرسل بها إلى مجلة علمية عام 1905م، قدم في أحدها للنظرية النسبية الخاصة (المبادئ النسبية المطبقة على الأجسام المتحركة بسرعة ثابتة أو الساكنة). وشرعت المجلة المتأثرة بهذه النظرية الجديدة بنشر تقاريره الأربع على الفور وفي العدد ذاته. كما نشرت له جريدة أخرى موضوع العلاقة بين المادة والطاقة.

كانت لتقارير هذا الرياضي الهاوي تأثيراً عميقاً وسريعاً على المجتمع العلمي. فقبلت إحداها كأطروحة دكتوراه من قِبَل جامعة زيوريخ، التي منحت آينشتاين درجة Ph.D.، وأصبحت نظرياته محط أنظار جميع علماء الفيزياء في العالم.

في عام 1916م، وفي وقت كانت نار الحرب المستعرة تجتاح أوروبا، نشر آينشتاين نظرية النسبية العامة، التي شرحت مفهوم النسبة المطبقة على الأجسام المتحركة بطرق أكثر تعقيداً وبتعجيل غير خططي. فهلل له العالم أجمع.\*

حقائق طريفة\*\*؛ معلوم لدينا أن أشكال وأصوات الأجسام المتحركة تبدو وتشعر بشكل مختلف اعتماداً على كون المنشئ ساكناً أم متاحكاً. تستند النسبة الخاصة على المفهوم الجفل للعقل والسائل بثبوت سرعة الضوء كما هي، بغض النظر عن مدى ازدياد سرعة انتقالك!



---

\* حاز آينشتاين على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1921م، لكن الغريب أنه لم ينلها جزاء على تقديميه للنظرية النسبية، بل لعمله عام 1905م على التأثير الكهروضوئي. بعد سنوات من البش في أرشيف الرسائل والذكريات الاسكندينافية، يؤكد روبرت مارك فريدمان Robert Marc Friedman (من جامعة أوسلو) أن ذلك كان توبيناً مقصوداً نابعاً من إرهادات المناخ السياسي لأوروبا ما بعد الحرب العالمية الأولى، فهو يقول أن لجنة نوبل لم ترغب لرجل «سياسي وراديكالي التفكير، لم يقم بأية تجارب عملية، أن يتوج كرمز من رموز الفيزياء العظام» - المترجم.

\*\* من الطرائف التي تذكر حول مدى الرواج الذي شهدته النظرية النسبية العامة، أن آينشتاين كثيراً ما كان يُسأل عن معنى النسبية، فيجيب: ضع يدك في موقد حار لدقيقة، ستبول لك و كافماً ساعة. أجلس مع فتاة جميلة لساعة، ستبول لك و كافماً دقيقة. تلك هي النسبية!» - المترجم.

## الفيتامينات

### Vitamins

سنة الاكتشاف 1906 م

ما هي الاكتشاف؟ مركبات كيميائية غذائية قليلة التراجد ضرورية للحياة والصحة

من المكتشف؟ كريستيان آيكمان Christiaan Eijkman وفريدرريك هوبكرو Fredrick Hopkins

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

نحن نصنّف الأطعمة حسب محتوياتها من الفيتامينات، ونصرف بلايين الدولارات سنوياً في شراء المستحضرات الفيتامينية. فالفيتامينات ضرورية للحياة والصحة، ومع ذلك، أي معرفة لنا بالفيتامينات - أو حتى الانتهاء إلى وجودها - لا تتعدي المائة سنة. لم يخطر على بال أحد أن يبحث عن العناصر النادرة في الطعام والتي يحتاجها جسم الإنسان، بل ذهب جل اهتمامهم لقياس كمية الطعام وما يحتويه من سورات طافية.

أحدث اكتشاف الفيتامينات ثورة في علم التغذية ووعي الناس بالصحة والتغذية ونظام وجباتهم، وغير من علم الأحياء وعلم وظائف الأعضاء تغييراً جذرياً.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في بدايات العقد الأخير من القرن التاسع عشر، كان مرض البري بري beriberi قد عاث فساداً بعمليات (شركة شرق الهند) الهولندية في بلاد الهند. طبقاً لاكتشاف باستير الجديد عن الجراثيم، ظن العلماء بأن جميع الأمراض ناجمة عن هذه الكائنات الممرضة. ومع هذا لم يعثر أطباء الشركة على أي جرثوم وراء مرض البري بري.

في العام 1896 م، توجه الطبيب الهولندي، البالغ من العمر خمسة وثلاثين عاماً، كريستيان آيكمان Christiaan Eijkman بالسفر إلى أرض الهند وذلك ليجرّب حظه في التحقيق عن هذا المرض المزيب. وبعد فترة قصيرة من وصوله، تفشى وباء طاغٍ بين أسراب الدجاج المستعملة من قبل مؤسسة البحوث لغرض الدراسات البكتيرية.

شرع آيكمان بإجراء بحث مستعجل على السرب الموبوء من الدجاج. ولكن بنفس السرعة التي بدأ بها بحثه، اختفى المرض عن الوجود. ذهل آيكمان من هذا التغيير الطارئ في المسألة، إلى أن قابل الطباخ الذي قام بتغذية الدجاج، فوجد بأن الأخير قد حُول الدجاج على أكل الرز الأبيض المستعمل أساساً لتغذية البشر وذلك قبل حدوث الوباء مباشرة وأثناءه. وعندما وبجهة مدراء الشركة لإطعامه الدجاج على الرز الحسن (الأبيض) الباهظ الثمن، رجع الطباخ إلى الطعام الأصلي للدجاج والمكون من الرز البني.

وجد آيكمان بأنه قادر على التسبب بمرض البري بري مق شاء وذلك بتحويل الدجاج على أكل الرز الأبيض (الحسن)، وثم معاجلة المرض بمجرد رفع هذا الطعام عنها. ثم قام بفحص أطعمة السجون المحلية، فلاحظ حيث كان السجناء يُطعمون الرز البني، لم تحدث أية حالة من مرض البري بري. بينما في السجون التي تستعمل الرز الأبيض، كان وباء البري بري متفشياً.

آمن آيكمان بوجود شيء ما في الرز البني يشفي من الإصابة بالبري بري وكتب تقريراً أعلن فيه الانتصار على المرض. لم يخطر له قط أن ينظر للمسألة من منظور آخر: بأن البري بري قد تسبب من نقص شيء ما كان موجوداً في الرز البني.

كان فريديريك هوبكتر Frederick Hopkins باحثاً طيباً أمريكياً ولد مع اندلاع الحرب الأهلية في بلاده عام 1861م. قام في العام 1900م بعزل حامض أميني (وكان الباحثون قد سبقوه في اكتشاف اثنين آخرين ولكن دون التحقيق في أهميتهما). أطلق هوبكتر على حامضه الأميني اسم *tryptophan* أو «تربتوфан». ومن خلال مراجعته لبحث آخر، وجد بأن حيوانات الحقول لا تستطيع العيش لو كانت تعتمد فقط على مصادر بروتينية خالية من التربتوファン. بغض النظر عن كمية ما كانت تحصل عليه من البروتين، بدت هذه الحيوانات وكأنها تحتاج إلى كميات قليلة من التربتوファン لضمان عيشها.

وبحلول عام 1906م، اكتشف الكيميائيون 13 حامضاً أميناً على الأقل، كل واحد كان بمتابة لبناء جزيئات البروتين. فخطر هوبكتر أن هذه الأحماض الأمينية المعينة (والتي توجد بوفرة في الطعام) ضرورية للحياة، ليس من خلال البروتينات والسعرات التي تمد بها، فهذه يمكن تأكيدها من أي مصدر آخر، بل كان هناك شيئاً آخر ضروريًا للحياة توفره هذه الأحماض الأمينية - حتى لو زوّدته بكميات قليلة.

راجع هوبيكتر عمل آيكمان هذه المرة، واكتشف بأن حامضاً أميناً موجوداً في الرز البني هو الذي وقى من الإصابة بمرض البري بري. كما وجد بأنه ليس كافياً أن نحكم بأن الفاكهة تمنع من الإصابة بداء التقرس scurvey (كما اكتشف ليند Lind عام 1747م)، بل حامضاً أميناً معيناً في الفاكهة.

قرر هوبيكتر بأن أمراضًا مثل البري بري والتقرس والحمض pellagra والكساح rickets لا تحدث من وجود شيء (جرثوم) بل لغياب (أو نقص) شيء ما. وآمن بأن هذه الأمراض تحدث بسبب نقص غذائي للمجاميع الأمينة للجزيئات (و الناتجة عن ارتباطات بين ذرات التتروجين والهيدروجين ضمن تركيب الأحماض الأمينة). فأطلق على هذه المجموعة من الأحماض بتسمية مشتقة من كلمتين لاتينيتين معنى «الحياة» و«الأمينات» فحصل على كلمة *vitamines* أو «الفيتامينات».

بعدها بستوارات قليلة، اكتشف الباحثون عدم احتواء جميع الفيتامينات الضرورية على الأمينات، فقاموا بإسقاط الحرف «e» من التسمية الإنجليزية المعروفة للفيتامينات vitamins والتي لا تزال قيد الاستعمال حتى الآن. ليس الاسم فقط ما تغير، ولكن تغير البحث العلمي الغذائي إلى الأبد بعد اكتشاف هوبيكتر للفيتامينات.\*

حقائق طريفة، هل تعتقد بأن جميع الحلوي ضارة بصحتك؟ يحتوي شراب Hershey's Sugar Free Chocolate Syrup على 10% من الفيتامين E لكل مستحضر.



\* تقاسم هوبيكتر جائزة نوبل في الطب (أو الفسلحة) مع آيكمان عام 1929م. يعتبر أول من أشار إلى تجمع الحامض البني lactic acid في العضلات أثناء التمرن – المترجم.

\*\* شركة هيرشي The Hershey Company هي أكبر مصنع للشوكولاتة بأمريكا الشمالية، وواحدة من أقدم شركات الشوكولاتة في الولايات المتحدة، تأسست عام 1876م في بنسلفانيا – المترجم.

# التاريخ بالنشاط الإشعاعي

## Radioactive Dating

سنة الاكتشاف 1907م

ما هذا الاكتشاف؟ استعمال العناصر المتجملة إشعاعياً لحساب عمر الصخور

من المكتشف؟ بيرترام بولتوود Bertram Boltwood

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لا شيء أساسى أكثر من معرفة عمرك - أو عمر مترلك أو عمر شجرة في حديقتك. ومن الوجهة العلمية، ينطبق الشيء ذاته على كوكب الأرض وعلى الصخور التي تشكل القشرة الأرضية.

انشغل العلماء بتقدير عمر الأرض لآلاف السنين. على أية حال، كانت كل هذه التقديرات تتعذر بقليل عنبة الحذر والتخيّم، إلى أن جاء بولتوود ليكتشف أول طريقة معتمدة لحساب عمر الصخور. ونظراً لأن بعض هذه الصخور قديم قدم الأرض، فقد وفر تاريخ عمرها أول تقدير منطقي لعمر كوكبنا.

تمكن اكتشاف بولتوود العلماء من التاريخ لطبقات الصخر المنفصلة ودراسة تاريخ القشرة الأرضية، كما أدى إلى استحداث تقنيات تقدير العمر للنباتات والويثائق والمجتمعات والمباني القديمة. وأخيراً، أعاد بولتوود لعلم الجيولوجيا إحساسه بالزمن بعد تخلصه من التقديرات الخاطئة لمن سبقوه من الباحثين في هذا المضمار.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اكتُشف النشاط الإشعاعي من قبل ماري كوري بنهاية القرن التاسع عشر. وفي العام 1902م، اشترك كل من فريدريك سودي Frederick Soddy (مكتشف النظائر لاحقاً) وارنست رذرфорد\* Ernst Rutherford معاً لاكتشاف أن اليورانيوم والثوريوم يتحللان إشعاعياً بسرعة ثابتة (يتطلب الزمن ذاته دوماً لتتحلل نصف ما هو موجود أصلاً من الذرات النشطة إشعاعياً في غروذج ما، وهو ما يدعى بـ *half-life* أو «عمر

\* إرنست رذرфорد (1871-1937م): عالم نيوزلندي، يعتبر من عمالقة الفيزياء وأباً للفيزياء النووية. راد النظرية المدارية للذررة، وحاز على جائزة نوبل في الكيمياء عام 1908م - المترجم.

الصف»). كما واكتشف الرجال بأن هذين العنصرين المشعدين قد انشطرا (تحللاً إشعاعياً) إلى عناصر أخرى بتسلاسل ثابت - أي تفككاً دوماً بنفس الطريقة إلى نفس العناصر. فـ«البساط إذن لشخص ما ليحذر كيف يستفيد من هذه المعلومة الجديدة».

ولد بيرترام بولتوود Bertram Boltwood عام 1870 في أمهرست بولاية ماساشوسيتس الأمريكية. درس ثم درس الفيزياء بجامعة بيل. خلال أحد بحوثه عام 1905، لاحظ بولتوود دوام وجود مادة الرصاص خلال تحليله لتركيب المعادن الخحوية على اليورانيوم والثوريوم.

ظنّاً منه بأهمية هذه الملاحظة، قام بدراسة 43 نموذجاً من المعادن وصنفها حسب تقديراتها العمرية. كانت كمية الرصاص في هذه النماذج تردد باضطراد مع تقدم عمر النماذج - على العكس تماماً من كمية اليورانيوم التي كانت تقل باستمرار. استنتج بولتوود بأن التحلل الإشعاعي يقل بتسلاسل يبدأ باليورانيوم وينتهي بصنع الرصاص - الخاملا إشعاعياً (تحلل اليورانيوم في النهاية إلى رصاص). أعاد بولتوود دراسة نفس العملية مع معادن الثوريوم، فحصل على النتيجة ذاتها.

افتراض بولتوود أن اليورانيوم والثوريوم طالما يتحللان بسرعة ثابتة معروفة، فعليه يمكنه الاعتماد على كمية الرصاص وكمية أي من هاتين المادتين المشعتين في نموذج صخري ما لتحديد عمره - بمعنى، كم من الوقت مضى منذ ابتداء عملية التحلل الإشعاعي في الصخرة. في نماذج فحصه، استعان بولتوود بعداد كايكير لحساب عدد ذرات اليورانيوم المتخللة في الدقيقة الواحدة وكذلك استعمل مطيافاً كتلياً لتقدير الكمية المتبقية لكل عنصر نادر في النموذج الصخري. بمعرفة الكمية المتواجدة حالياً من الرصاص واليورانيوم في النموذج، ومعرفة سرعة تحلل اليورانيوم، وأخيراً معرفة عمر النصف لذلك النظير المعين لليورانيوم، أصبح بمقدور بولتوود حساب المدة التي استغرقها التحلل الإشعاعي في الصخرة، وبالتالي التوصل إلى عمرها.

في عام 1907، نشر بولتوود حساباته لأعمار عشرة نماذج معدنية. وفي كل حالة كانت تظهر فيها هذه النماذج قدية بشكل مدهش، لتخبرنا بأن هذه الصخور (والأرض) أقدم مما تصور العلماء سابقاً بعشرين - بل وحتى مئات - الملايين. قدر بولتوود عمر الأرض بأكثر من 2,2 بليون سنة (أقل من التقدير الحالي)، ولكن أكثر من عشرة أضعاف أي تقدير سابق).

---

\* يقدر علماء الجيولوجيا والجيوفيزاء أن يكون عمر الأرض حوالي 4,54 بليون سنة - المترجم.

في عام 1947م، أشار الكيميائي الأمريكي ويلارد ليبي Willard Libby إلى إمكانية استعمال النظير المكتشف حديثاً للكربون، كربون-14، لتقدير عمر البقايا الباتية والحيوانية بنفس الطريقة التي يستعمل بها اليورانيوم لتقدير عمر الصخور. فأَرْخَت طريقة ليبي في استعمال الكربون - 14 لعمر النسيج الباتي تارياً دقيقاً يعود بما خلفاً 45000 سنة، كما واستعملت أيضاً في تقدير تواريخ المخطوّطات القديمة.

**حقائق طريقة:** يمكن التاريخ إشعاعياً لنماذج بصغر جزء من البليون من الغرام. يعتبر مخطط اليورانيوم - الرصاص للتاريخ الإشعاعي أحد أقدم المخطوّطات الموجودة، وكذلك واحداً من أكثرها تقديرًا واعتباراً. فقد عُدِّل بحيث لا يتعدى أي خطأ في تقدير عمر صخور بقدام ثلاثة بلايين سنة أكثر من مليوني سنة، أي أن التقدير دقيق بنسبة 99,9%.



## وظيفة الكروموسومات

## Function of Chromosomes

سنة الاكتشاف 1909م

ما هذا الاكتشاف؟ المورثات (الجينات) مرئية (مترابطة) في مجتمع منسوجة على امتداد الكروموسومات من المكتشف؟ بي. اتش. مورغان T. H. Morgan

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

أثبت مندل بأن الصفات (و تدعى المورثات أو الجينات) تنتقل من الآباء إلى الأبناء. ومن جانبه وضع داروين المفاهيم القائلة بتطور الأنواع. ولكن مع ذلك، بقي العلم عاجزاً عن فهم الكيفية التي تتطور بها الأنواع أو تنتقل بها المورثات المفصلة إلى الأجيال الجديدة. بدراسته لنوع من ذباب الفاكهة، أثبت البروفيسوري إتش. مورغان من جامعة كولومبيا صحة نظرية مندل وكذلك كون الكروموسومات حاملات للمورثات.

کیف چاء هذَا الاكتشاف؟

في العام 1910م، كان البروفيسوريت. إتش. مورغان T. H. Morgan، صاحب الأربعين عاماً، رئيساً لقسم الأحياء بجامعة كولومبيا في مدينة نيويورك الأمريكية. وكان قد خصص جل طاقته ومجهوده للبحث والدراسة. فقد رفض مورغان القبول بنظريات مندل في الوراثة، كما ولم يؤمن بوجود المورثات طالما لم يشاهدها أحد تركيباً.

رفض مورغان القبول كذلك بفهوم داروين عن البقاء للأصلح كقوة محركة للتطور الحيواني. وكان ما آمن مورغان به أن التطور ناجم عن طفرات عشوائية اخترقت طريقها ببطء إلى عبر تجمع حيوي. فصمم ما أسماه The Fly Room أو «غرفة الذباب» لاثبات آرائه.

مختبر «غرفة الذباب» هذا كان عبارة عن غرفة صغيرة تعمّها الفوضى وهيمن على جوها رائحة نتنة تفوح من فاكهة الموز المتعرنة. فكان جداران من جدرانه قد تمت تغطيتها من الأرض للسقف بصفوف من قناني زجاجية مسدودة تحوي عشرات الآلاف من حشرات ذباب الفاكهة الصغيرة، والتي من الصعب التعليق الآن على ما كانت تصدره من طنين دائم.

لقد اختار دراسة ذباب الفاكهة بالذات لأربعة أسباب. أولاً، أنها صغيرة في الحجم (لا يبعدي طولها ربع إنش). ثانياً، كانت تعيش كاملة على الموز المهروس لا غير. ثالثاً، كانت قادرة على إعطاء جيل جديد بأقل من أسبوعين - أي كان بمقدور مورغان أن يدرس حوالي 30 جيلاً في السنة. وأخيراً، كانت تمتلك القليل من الجينات فيسهل دراستها بكثير قياساً بأنواع الأكثر تعقيداً.

بحث مورغان وانتظر ظهور طفرة بيئوية عشوائية (كلون العيون مثلاً) في آية واحدة من الآلاف التي تولدت كل شهر من ذباب الفاكهة. وكان سيقوم عندئذ باقتقاء تلك الطفرة بعناية عبر الأجيال اللاحقة لاستطاع انتشارها على الجماعة وبالتالي إثبات نظريته. لقد كان ذلك جهداً مرهقاً فعلاً من مورغان ومعاونيه من قاموا بدراسة عدّة آلاف من ذباب الفاكهة الجديدة بدقة تحت الميكروскоп كل شهر بحثاً عن الطفرات.

وأخيراً في شهر أيلول (سبتمبر) من عام 1910م، عشر مورغان على طفرة - فقد وجد ذبابة فاكهة ذكر بعيون بيضاء صافية عوضاً عن العيون الطبيعية الداكنة الأحمراء. فعوّل هذا الذكر الأبيض العينين معاملة خاصة في قيينة منفصلة بل وزوج أيضاً بائشى حراء العينين.

لو حصل الفقس وظهرت عيون النسل بيضاء، ضاربة للبياض، أو حتى وردية اللون (كما توقع لها مورغان أن تكون)، فهذا سيدل على أن الطفرة العشوائية هذه - والتي لا تعطى آية فائدة أو صفة داروينية بقائمة - قد طورت النوع (غيرته نهائياً) وبالتالي ينعم مورغان بنسمة انتصار نظريته عن التطور.

لم تمض ثلاثة أيام حتى درس مورغان ومعاونوه 1237 ذبابة جديدة. ويا جنحة الأمل! كان لكل منها لون طبيعي للعيون. فقد اختفت الطفرة دون أن تغيّر النوع قط. كان مورغان مخنطاً في دعواه.

و في العشرين من شهر تشرين الأول (أكتوبر)، فُقس عن حفيّدات الذكر الأصلي الأبيض العينين: كان ربع هذا الجيل بعيون بيضاء، و ثلاثة أرباع بعيون حمراء طبيعية. ثلاثة واحد: كانت تلك هي نسبة مت Dell في مقاربة صفة سائدة مع أخرى متنحية. فقد أثبتت تجربة في. إتش. مورغان خطأ صاحبها بنفسها وصواب نظرية المورثات لـ Dell!

حدثت طفرات أخرى إضافية على مر العامين التاليين. وبدراسة هذه الطفرات وتأثيرها على العديد من الأجيال المتقدمة عنها، أدرك مورغان وتعاونه بأن العديد من الجينات الموراثة كانت دائمة التكاثل مع بعض (وصفوها بـ «المترابطة»).

في عام 1912م، توصل الفريق إلى أن جينات ذبابة الفاكهة متربطة بأربعة مجاميع. فبناء على سابق معرفته بأن لدى ذبابة الفاكهة أربع كروموسومات، توقع مورغان بأن الجينات يمكن أن تكون منسوجة ومحمولة على امتداد الكروموسومات. وبعد 18 شهراً من البحث الإضافي، تمكن مورغان من إثبات نظرية الجديدة. الكروموسومات تحمل الجينات، والجينات منسوجة بخطوط ثابتة الترتيب (مثل الحزارات) على امتداد الكروموسومات.

على العكس من محاولته تفنيـد عمل مت Dell، أثبت مورغان صواب مت Dell واكتشف كذلك وظيفة الكروموسومات وعلاقتها بالمورثات.\*

حقائق طريفة: يمكن للذبابة الفاكهة أن تضع 500 بيضة كل مرة، وتتجدد دورة حياتها بالكامل خلال أسبوع.

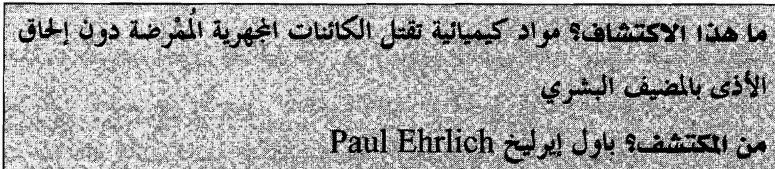


\* خيبة أمله من ثبوت بطلان أفكاره، لم تنتهي مورغان العند عن المواظبة على الدراسة والبحث، حتى نال جائزة نوبل في الطب (أو الفسلجة) عام 1933م، ليكون بذلك أول شخص ينالها في حقل الوراثة، تقديرًا «لاكتشافاته المتعلقة بالدور الذي تلعبه الكروموسومات في الوراثة». كتب خلال مسيرته 22 كتاباً و 370 بحثاً وتقريراً علمياً، وبفضل عمله أصبحت ذبابة الفاكهة غرذجاً أساسياً للبحوث الوراثية المعاصرة. أما فرع الأحياء الذي أسسه بمعهد كاليفورنيا التقني، فقد فُقس عن سبعة جوائز نوبل حتى الآن - المترجم.

## المضادات الحيوية

### Antibiotics

سنة الاكتشاف 1910م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

إن كلمة *antibiotic* مشتقة من اللغة الإغريقية بمعنى «ضد الحياة». كان الطب الشعبي البدائي يعتمد على بعض المركبات الطبيعية التي كانت تشفى أمراضًا معينة - كاللحاء المطحون لشجرة، بعض عفنون الجبن، وفطريات معينة. عرف الأطباء بأن هذه المركبات الطبيعية كانت تعمل حقاً، ولكن لم تكن لديهم فكرة عن كيفية وسبب عملها ذاك.

أجرى باول إيرليخ أول تحقيق كيميائي حديث للمضادات الحيوية واكتشف أولى مركباتها الكيميائية. افتتح عمله هذا عصرًا جديداً للبحث الطبي والدوائي وأسس لحفل العلاج الكيميائي. ترجع المضادات الحيوية (أشهرها البنسلين المكتشف عام 1928م)، التي أنقذت حياة ملايين الناس، بأصلها الحديث إلى عمل باول إيرليخ.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد باول إيرليخ Paul Ehrlich بألمانيا عام 1854م. كونه طالباً موهوباً، دخل إيرليخ حقل الدراسات العليا في الطب، حيث اخترط حتى أذنيه في عملية صبغ النماذج السيسجية المجهرية وذلك لتوضيح رؤيتها تحت الميكروскоп. وشأن بقية زملائه في هذا المجال، عانى إيرليخ من كون معظم الأصباغ مخطمة للنماذج السيسجية قبل التتمكن من فحصها على الأقل. فكافح من جانبه لإيجاد أصباغ جديدة لا تقتل أو تلحق الضرر بالكائنات المجهرية الرقيقة. بان له من خلال عمله هذا أن بعض المركبات الكيميائية كانت تقتل بعض أنواع الأنسجة مما جعله يفكر فيما لو كان بالإمكان السيطرة على هذه العملية. اتضح في العام 1885م بأن الكائنات المجهرية كانت العامل المسبب للعديد من الأمراض، فاجتهد علماء عديدون جهداً كبيراً من أجل دراسة هذه البكتيريا تحت

الميكروسكوب. ومرة أخرى وجد إيرليخ نفسه أمام مشكلة قتل العديد من الأصابع المتوفرة للكائنات قبل أن يتمكن من دراستها. أوحى هذه المشكلة لإيرليخ بافتراض وجود مركبات كيميائية يمكنها قتل الكائنات دون إلحاق الأذى بالمريض البشري، وبذلك يعالج المرض بقتل عامله المسبب فقط.

بأواسط العقد الأخير من القرن التاسع عشر، حول إيرليخ تركيزه على دراسة الجهاز المناعي وكيفية السيطرة على التفاعل بين السموم الكيميائية ومضادات السموم. ومرة أخرى خطر لإيرليخ أن يستفيد من فكرة ارتباط مضادات السموم بجزئية سموم محددة وبالتالي تحطيمها، في صنع مادة كيميائية تعمل على نفس الوتيرة لترتبط مباشرة بالكائن المسبب لمرض ما فتحطمها. أطلق إيرليخ على هكذا مادة كيميائية بـ«الراصة السحرية»، وقد بدا له أن عمل خمس وعشرين سنة قد أفضى به مباشرة إلى هذه الفكرة.

خلال هذه الفترة بالذات، تم التعرف على ودراسة العديد من البكتيريا المسيبة للأمراض وبشكل معين، الأمر الذي نسب أمام إيرليخ أهدافاً بارزة ومعروفة لها جتنها في خضم بحثه عن طرق لصنع رصاصاته السحرية. فاختار البدء بالسبايروكيت *spirochete*، الكائن الدقيق المسبب لمرض الزهري (السفل)، مجرباً مواد كيميائية مختلفة ومستعملًا قاعدة زرنيخية لمركباته. فالزرنيخ ثبتت فاعليته في الفتك بعدد من الكائنات الدقيقة الأخرى.

في عام 1907م، كان إيرليخ قد وصل إلى المركب رقم 606 من بين المركبات التي قام بفحصها على أرانب موبوءة بمرض الزهري. بعد كل هذه المحاولات الشاقة، تمكّن هذا المركب من علاج المرض، فأسماه إيرليخ *salvarsan* «سالفرسان» وأجرى أكثر من 100 تجربة إضافية عليه ليتأكد من فاعليته وسلامته للاستعمال البشري، ثم تبعها بعامين آخرین من البحث سعيًا وراء إنتاج شكل من الدواء يسهل تحضيره صناعيًّا وإعطاءه للمرضى. ومن بين آلاف الأشكال التي جربها، كانت النسخة رقم 914 هي الأفضل، فأسماه *neosalvarsan* «نيوسالفارسان».

كان آخر فحص يجريه إيرليخ على النيوسالفارسان هو إعطائه للمرضى المتقدمين من يعانون من اختلال عقلي - وهو آخر مراحل الزهري. بينما ساعد نيوسالفارسان جميع هؤلاء المرضى، فإن عدداً منهم شفي تماماً من المرض.

كان النيوسالفارسان أول مركب كيميائي من صنع الإنسان يحطم الكائن المستهدف بشكل خاص دون التأثير على المريض. أرسى هذا الاكتشاف لحقل العلاج الكيميائي chemotherapy على اتساعه.

حقائق طريفة: تخضع «مقاومة المضادات الحيوية antibiotic

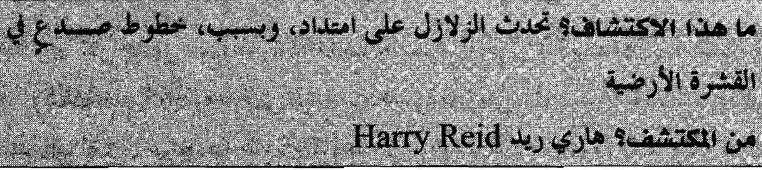


» للأحكام الاعيادية للانتخاب الطبيعي: تلك الشرحقة من التجمع البكتيري التي تمتلك قدرة طبيعية على معاكسة تأثير الدواء هي التي ستعيش، ولهذا تسفل جيناتاً ليشاركها بها التجمع البكتيري برمته في النهاية. فقد اكتسبت بكتيريا عدّة مناعة للكثير من المضادات الحيوية، الأمر الذي أقلق المخططين الطبيين بشأن حدوث حالات وبائية طاغية من الأمراض في المستقبل القريب.

## خطوط الصدع

### Fault Lines

سنة الاكتشاف 1911م



ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يدرك علماء اليوم كيف يتوقعون موقع حدوث زلزال أرضية مستقبلية وذلك من خلال تخطيطهم لواقع خطوط الصدع. على أية حال، حتى قبل قرن مضى، لم تكن هذه الحقيقة البسيطة معروفة فقط.

اكتشاف هاري ريد بأن الزلازل تحدث على امتداد خطوط صدع موجودة في القشرة الأرضية أمدنا بأول فهم مصدر وعملية حدوث الزلازل، كما ومهّد لاكتشاف صفات القشرة الأرضية وعلم دراسة تركيب وحركة الصفائح في أواخر الخمسينات من القرن العشرين.

وُصف اكتشاف ريد بأنه إنجاز كبير في علم الأرض كونه وفر أول فهم أساسى للعمليات الباطنية للأرض والكيفية التي تسلك بها الصخور تحت الضغط والشدة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بحلول عام 1750م، أدرك العلماء بوجود خطوط صدع (على شكل تشققات طويلة) تسعى وتتلوى من خلال القشرة العليا للأرض، حيث يلتقي نوعان مختلفان من الصخور. وفي العام 1900م، علموا بارتباط خطوط الصدع هذه مع حدوث الزلازل الأرضية.

كان الخطأ الذي ارتكبه العلماء، على أية حال، هو إجماعهم على أن الزلازل الأرضية هي التي تسبب حدوث خطوط الصدع، وكان القشرة عبارة عن طبقة ملساء من الصخر فتشققت بفعل الزلازل، مع انزلاق جزء على الآخر مسبباً حالة من عدم التطابق الصخري. فالزلزال الأرضية قد حدثت، وما خطوط الصدع إلا رواة لما مضى منها.

ولد هاري فيلدینغ ريد Harry Fielding Reid في مدينة بالتيمور الأمريكية عام 1859م. وخلال سني دراسته الأولى في سويسرا، كانت ذات هذه الأفكار ما تعلمهها في دروس الجيولوجيا. على أية حال، لم تستحوذ الزلازل الأرضية وخطوط الصدع على اهتمام ريد، فقد حَوَّلَت نشأته السويسرية بتركيزه الأساسي على الجبال والأنهار الجليدية.

عاد ريد أدراجها إلى مسقط رأسه مدينة بالتيمور لدخول الكلية في جامعة جون هوبكينز، وذلك عام 1865م (بعمر السادسة عشرة)، وبقي هناك من الوقت ما يكفيه نيله درجة الدكتوراه في الجيولوجيا عام 1885م. وفي بدايات عام 1889م، تقلد ريد المناصب بوصفه أستاذًا جامعيًا مهتمًا بالبحث حول الأنهر الجليدية.

قام ريد برحلات واسعة النطاق عبر ألاسكا وجبال الألب السويسرية وهو يخطط ويدرس الأنهر الجليدية، حركتها، نشأتها، وتاثيرها على مرأى الأرض. فكتب مقالات وبحوث حول تركيب الأنهر الجليدية وحركتها.

في شهر نيسان (أبريل) من عام 1906م ضرب زلزال سان فرانسيسكو العظيم المدينة فأسقط معظمها بين دمار واحتراق. وبما أن ذلك العام، قامت كاليفورنيا بتشكيل (مفاوضاتية ولاية كاليفورنيا للتحقيق عن الزلازل الأرضية) بمدف دراسة زلزال سان فرانسيسكو ولتحديد الخطير على الولاية من زلزال مستقبلية محتملة. فاختير ريد من بين الأعضاء التسعة الذين يؤلفون هذه المفاوضية.

كانت المهمة التي اضطلع بها هذه المفاوضية كفيلة بتحويل اهتمام ريد إلى دراسة الزلازل الأرضية وخطوط الصدع. فقد خطط ودرس خط صدع سان فرانسيسكو وطاف بالمنطقة الساحلية لـ كاليفورنيا مخاططاً خطوطاً خطوط صدع أخرى. طيلة الوقت كان يبحث عن جواب لسؤال حيره: ما كان السبب وراء الزلازل الأرضية؟

درس ريد الصخور على امتداد خطوط صدع كاليفورنيا بعناية، فاستنتج بأنها كانت تعاني من شدة فيزيائية طويلة الأمد، وليس فقط من رجة زلزال مفاجئ. فحسب رؤيته، لا بد أن كانت هناك حالات ضغط عظيمة على الصخور المتعددة بامتداد خط صدع سان فرانسيسكو لقرون من الزمن - أو حتى لألافيات متلاحقة - قبل حدوث الزلازل الأرضية.

إن دل هذا على شيء فإنما يدل على أن خطوط الصدع هذه كانت موجودة أولاً ثم سبب الضغط على امتدادها زلزال أرضية. فقد استمرت شدة الضغط بالرากم على الصخور حتى تقصّفت. وهذا «التقصّف» كان زلزاً أرضياً.

قدَّمَ ريد صورة هذه الطبقات الصخرية على امتداد خطوط الصدع بوصفها تعمل على نحو مشابه لحزم مطاطية. عوامل الشدة العميقة في الأرض على امتداد خطوط الصدع هذه كانت تسحب الصخور باتجاهات مختلفة، مسببة تمددها - مثل المطاط. وحالما كانت الشدة تصل نقطة الانفراج، كانت هذه الصخور تنصف مطاطياً إلى وضعها السابق - مسببة زلزالاً أرضياً.

إذن، خطوط الصدع هي التي سببت حدوث زلازل أرضية، وليس العكس. وهذا ما يعني أن دراسة خطوط الصدع كانت طريقة للتنبؤ بحدوث الزلازل الأرضية، وليس مجرد دراسة آثارها الكارثية. لقد اكتشف ريد المغرى من متاهة الأرض العنكبوتية لخطوط الصدع.

حقائق طريفة: أحدث الزلزال الأرضي المدمر لسان فرانسيسكو عام 1906م انفصالاً أفقياً لسطح الأرض على جانبي صدع سان أندريلاس بمقدار 21 قدمًا (6,4 م).



## التوصيلية الفائقة

### Superconductivity

سنة الاكتشاف 1911م

ما هذا الاكتشاف؟ فقد بعض المواد جميع مقاومتها للتيار الكهربائي  
بدرجات حرارية فائقة الانخفاض  
من المكتشف؟ هيك كاميرлинغ أونيس Heike Kamerlingh Onnes

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يُقصد بالتوصيلية الفائقة انسياپ تيار كهربائي دون أية مقاومة تعرّض انسياپه هذا. فتحقّق أفضل الموصلات بذلك بعض المقاومة للتيار الكهربائي، ولكن ليس الأمر كذلك بالنسبة للموصلات الفائقة. لسوء الحظ، تواجه الموصلات الفائقة فقط عند البرودة القاصية، قریباً من الصفر المطلق.

رغم أن التطبيق العملي لهذا الاكتشاف لم يُعرف بعد، إلا أن مبدأ التوصيلية الفائقة يُعد بإيجاد محركات كهربائية ومتناطيسية خارقة الكفاءة، تيار كهربائي يسري آلاف الأميال دون فقدان في الطاقة، وتحقيق حلم خدمة كهربائية رخيصة وواحة لغرض كل فرد. من المؤمل أن تتمخض التوصيلية الفائقة عن صناعات وطرق جديدة لتوليد ومعاملة وتحريك الطاقة الكهربائية، ولكن تبقى هذه الإمكانيّة كامنة في المستقبل.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد هيك أونيس Heike Onnes عام 1853م بغرنونجين في هولندا وترعرع في عائلة ميسورة الحال امتلكت مصنعاً للبلاط. خلال دراسته، جذبت موهبته في حل المسائل العلمية الكثير من الانتباه خلال دراسته الجامعية والعليا. لدى بلوغه سن الثامنة عشرة، أصبح أونيس راسخ الإيمان بقيمة إجراء التجارب الفيزيائية وميالاً إلى مخاصمة النظريات التي لا يمكن إظهارها تجريبياً.

و بعمر الخامسة والعشرين، رُكِّز أونيس بمحبه الجامعي على دراسة خواص المواد التي تقارب الحدود الدنيا من درجات الحرارة (-456 درجة فهرنهايت أو -269 درجة سيليزية). كان وجود هذا الحد الأدنى من الحرارة والذي فيه تتبدل الطاقة الحرارية جيّعاً

وتتوقف الحركات جميعاً - حق داخل الذرة، قد اكتشف من قبل اللورد كلفن Lord Kelvin، ويدعى صفر درجة كلفن أو الصفر المطلق.

انبرت بحوث كثيرة لتوضيح ما يحدث قريراً من درجة الصفر المطلق. آمن لورد كلفن بأن الصفر المطلق يوقف من حركة الإلكترونات، ويتوقف عنده التيار الكهربائي حيث تكون المقاومة كبيرة إلى ما لا نهاية. بينما آمن آخرون بالعكس - تقييد المقاومة إلى الصفر فتسري التيارات الكهربائية إلى الأبد.

لكل كانت نظريته. فقرر أونيس من جانبه أن يستطلع حقيقة ما يجري عند الصفر المطلق وأن يضع هذه التجارب تحت الفحص والاختبار.

على كل حال، كانت هناك معضلة. إذ لم تكن هناك طريقة قط لتبريد أي شيء في أي مكان قريراً على درجة 269 سيليزية. لحسن حظه، كان أونيس رئيساً لفرع الفيزياء بجامعة لابيدن، وكان فرعه مزوداً بمحظوظ فزيائي جيد التصميم يامكانه الاستفادة من استعماله.

في عام 1907م، ابتكر أونيس محارير يامكاحاها قياس درجات حرارية تصل برودها إلى الصفر المطلق. وفي عام 1908م، اكتشف طريقة لتبريد غاز الهيليوم بحيث تحول إلى الحالة السائلة، ثم أستطاع أن يستمر في تبريد السائل الفائق البرودة حتى وصل به إلى درجة 0,9 كلفن (أي أقل من درجة فوق الصفر المطلق) بنهائية ذلك العام! أدرك أونيس بقدرته على استعمال هذا الهيليوم السائل لتبريد مواد أخرى لدرجة قريبة عن صفر كلفن وذلك بهدف قياس مقاومتها الكهربائية.

بحلول عام 1911م، كان أونيس قد طور أوعية قادرة على احتواء وخزن هيليوم السائل الفائق البرودة. فبدأ دراساته الكهربائية بتبريد البلاتينيوم أولاً والذهب ثانياً لدرجة قريبة عن الصفر المطلق. على أية حال، كانت التيارات الكهربائية التي قاسها غير منتظمة، ونتائجها غير حاسمة.

\* اللورد كلفن (1824-1907م): فيزيائي ورياضي ومهندس ايرلندي اشتهر بتحليله الرياضي للكهرباء والديناميكا الحرارية، صمم مقياس كلفن للحرارة المطلقة. أسمه الحقيقي وليام تومسون William Thomson، وقد لقب باللورد تكريماً لجهوده وإنجازاته العلمية الجليلة. أما «كلفن» فيشير إلى نهر كلفن الذي يجري قريباً من جامعة غالاسكو الاسكتلندية، حيث كانت مرتعاً لتجارب كلفن وإنجازاته التي تخضت في نهاية حياته باختراع التلفراف الكهربائي - المترجم.

قرر أونيس التحول على الرئيق السائل. فملاً أنبوباً على شكل حرف U بالرئيق وربط أسلاكاً إلى كلتا نهايتي الأنبوب. أما الأسلاك فكانت موصولة بعداد لقياس المقاومة الكهربائية. وكالعادة، استعمل الهيليوم السائل بدرجة 0,9 كلفن لتبريد الرئيق.

في الوقت الذي انخفضت فيه درجة الحرارة إلى أقل من 40 درجة كلفن (-229 درجة سيلزية)، بدأت المقاومة الكهربائية بالانخفاض. فاستمرت بالانخفاض بشكل منتظم تحت درجة 20 كلفن، وعند الوصول لدرجة 4,19 كلفن انخفضت المقاومة فجأة، وهابطة للصفر.

أعاد أونيس التجربة مراراً على مر الأشهر القليلة اللاحقة وحصل دوماً على النتيجة ذاتها. تحت 4,19 درجة كلفن، لم تكن هناك مقاومة لأنسياب الكهرباء. فالتيار الكهربائي كان سيسري دون عرقلة إلى الأبداً أطلق أونيس على هذه الظاهرة اسم *superconductivity* أو «التوصيلية الفائقة».

اكتشف أونيس التوصيلية الفائقة، لكن دون أن يقدر على شرحها نظرياً. توقع فقط بأن لها علاقة بما تم اكتشافه (بعد ذلك) باسم نظرية الكم. انتظر العالم حتى عام 1951م ليقدم جون باردين John Bardeen نظرية رياضية تشرح ظاهرة التوصيلية الفائقة.

بدء بحث لإيجاد طرق لتحقيق التوصيلية الفائقة بدرجات حرارية أعلى (أكثر وصولاً من الناحية العملية). القياس الحالي هو 138 درجة كلفن (-131 درجة سيلزية) - لسوء الحظ، باستعمال مواد سيراميكية سامة مصنوعة من الرئيق والنحاس. حالما يتم إيجاد طريقة لتحقيق التوصيلية الفائقة بدرجات حرارية أكثر دفناً، فإن قيمة اكتشاف أونيس ستكون غير محدودة ولا تقدر بثمن\*\*.

حقائق طريفة؛ في سيرن CERN، المنظمة الأوروبية للبحوث النووية،  
استخدم العلماء رجة كهربائية واحدة لإحداث تيار كهربائي يسري خلال  
دائرة فائقة التوصيل. استمر ذلك التيار الكهربائي بالسريان - دون أي



\*\* اكتشف كل من فاليري فينوكور Valerii Vinokur وتاتيانا باتورينا Tatyana Baturina مؤخراً (أبريل 2008م) بأن نفس الآلة التي يمكن أن تكون التوصيلية الفائقة يمكنها أن تكون حالة من الانزعال الفائق في بعض المواد (صفحة رقيقة من نترید النيتنيوم مثلاً)، مع مقاومة لا نهاية لها. على غرار المواد الفائقة التوصيل المستعملة في صناعة أجهزة تسريع الجسيمات والرنين المغناطيسي والمقاييس الطيفية الكتالية وغيرها، من المؤمل أن تدخل المواد الفائقة الانزعال في صناعة أغلفة البطاريات والدوائر الكهربائية وغيرها من الصناعات الحديثة - المترجم.

إدخال جديد للفولتية - لمدة خمس سنوات ودون فقدان للقدرة. بينما في الأسانك المزدوجة الاعتيادية، يتوقف التيار الكهربائي ضمن ملي دقائق محدودة حال رفع الفولتية عنها، وذلك بفعل المقاومة التي تبديها هذه الأسلاك.

## الارتباط الذري

### Atomic Bonding

سنة الاكتشاف 1913م

ما هذا الاكتشاف؟ أول نظرية معمول بها عن الكيفية التي تكتسب وتفقد  
وتحويها الإلكترونات الطاقة والكيفية التي تدور بها في تلك بواة الذرة  
من المكتشف؟ نيلز بور Niels Bohr

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

افتتحت ماري كوري القرن ياباً لها لوجود عالم ضمن ذري. فقام علماء آخرون أمثال آينشتاين وديراك وبورن ورذرفورد بتقديم الأوصاف النظرية الجديدة لهذا العالم. لكن ظل إثبات ما كان كامناً ضمن غلاف الذرة، وما كان يسيطر على سلوكها، واحداً من أعظم التحديات في فيزياء مطلع القرن العشرين.

كان نيلز بور من اكتشف أول غوذج واقعى للإلكترونات وهي تحيط ببواة الذرة - طريقة ترتيبها، حركتها، أنماطها الإشعاعية، وعمليات نقلها للطاقة. حلّت نظريته عدداً من المضاربات والعيوب التي تواجهت فيما سبقها من المحاولات لتوقع تركيب وفعالية الإلكترونات. إذ جمع بور بين التجربة المباشرة والنظرية المتقدمة خلق فهماً للإلكترونات، فحطأ بالعلم خطوة هامة في مسيره نحو العصر التوسي.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان نيلز بور Niels Bohr لا يتعدي السادسة العشرين عام 1912م - فقد كان صغيراً جداً للدخول في مممعة جدال فيزيائي حامي الوطيس. لكن في ربيع ذلك العام، وبوصفه بروفيسوراً جديداً للفيزياء بجامعة كوبنهاغن، أدرك بور بأن النظرية الذرية لم تعد تناسب الميكانيكي التامى من البيانات الذرية التجريبية. ففي إحدى تجاربه، تحدى بور النظريات الكلاسيكية القائلة بأن الإلكترون الدائر في مداره سيفقد طاقته باستمرار ويتجدد مساراً لولياً إلى داخل البوة. فالذرة ستتكسر وتضمحل في هذه الحالة. ولكن لم يحدث هذا قط، بل حافظت الذرات على استقرارها بشكل مدهش. كان هناك خلل ما في النظريات الموجدة آنذاك - وهذا ما قاله بور أيضاً.

لم تكن هناك طريقة لمشاهدة الذرة بشكل فعلي، فما من وسيلة للتحقيق في النواة ومراقبة ما يحدث فيها مباشرة. كان على العلماء التلمس في الظلام للإتيان بنظريةِهم، وغربلة دلائل غير مباشرة من أجل بصيص من الفطنة والإلام بالوظائف الغريبة للذرات.

كانت التجارب الذرية تبني جيلاً من البيانات والمعطيات. فقد سجلت الدقائق الناجمة عن التصادمات الذرية، وفاقت الزوايا التي تسارعت بها هذه الدقائق الجديدة بعيداً عن موقع التصادم، كما قاست المستويات الكهربائية للطاقة. لكن التراليسي من هذه البيانات كان مطابقاً مع النظريات الذرية.

مع بدء بور بالتنظيم لحياته التدريسية عام 1913م، قرأ عن دراستين تجريبيتين جديدين. ففي أولاهما، وجد إنريكو فيرمي \* Enrico Fermi بأن الذرات كانت تبعث الطاقة دوماً بنفس الكميات (أو الدفقات) القليلة. في التجربة الثانية، درس الكيميائيون كمية الطاقة التي كانت تشع بها ذرات كل عنصر. فوجدوا بأن هذا الإشعاع لم يكن مستمراً على جميع ترددات الطيف عند إمراره خلال موشور ما، ولكنه كان يتأتى على شكل بروزات حادة بترددات منفصلة معينة. وأظهرت العناصر المختلفة أنماطاً متباينة ومتعددة لهذه البروزات الطافية. لم تخضع أي من التجربتين للنظريات الذرية المتواجدة آنذاك.

درس بور وقارن بين هذه الشذرات المختلفة والغير المترابطة ظاهرياً من البيانات، وذلك بناء على معرفة منه بأن هذه البيانات الجديدة لا بد أن تتعلق بعض - طالما أنها تعاملت مع خصائص وإنبعاثات من ذات المصدر: الذرة.

و ما زال بور يغريل هذه البيانات والنظريات جيئاً على مر فترة دامت ثمانية أشهر، بحثاً عن طريقة يطابق بها هذه البيانات التجريبية مع نظرية ذرية ما، إلى أن توصل إلى فكرة ثورية بأواخر ذلك العام: لا يفترض بالإلكترونات أن تكون طليقة في حركتها على النحو المعتقد سابقاً.

بدلاً من ذلك، افترض بور بأن الإلكترونات التي تدور حول نواة ذرة ما يمكنها أن تتوارد فقط ضمن مدارات منفصلة ثابتة. ولغرض القفز إلى مدار أقرب، كان على

---

\* إنريكو فيرمي (1901-1954م): فيزيائي إيطالي اشتهر بعمله على تطوير أول مفاعل نووي ومشاركته الهامة في تطوير نظرية الكم، الفيزياء النوروية والجسيمية، وmekanika الإحصائية. نال جائزة نوبل في الفيزياء عام 1938م تكريماً لعمله على النشاط الإشعاعي المُخْفَى - المترجم.

الإلكترون أن يفقد كمية ثابتة من الطاقة (البروزات والكموم الملاحظة من الطاقة المشعة). ولو أراد الإلكترون ما أن يقفز إلى مدار أعلى، كان عليه أن يكتسب كموماً ثابتة من الطاقة. لم يكن بمقدور الإلكترونات أن تذهب حيث شاءت أو أن تحمل أي مقدار من الطاقة تريدها، بل كان عليها أن تكون في أحد هذه المدارات الخددة القليلة، وأن تكتسب أو تفقد الطاقة بكموم محددة كذلك.

كان النموذج الذري لبور فكرة ثورية من نوعها وهجراناً فائضاً عن الأفكار السابقة. فقد تطابق جيداً مع الملاحظات التجريبية وفسر جميع المضاربات التي حللتها النظريات السابقة، كما أوضح كيفية وسبب ارتباط العناصر الكيميائية بعضها على النحو المتعارف عليه. استُقبل اكتشاف بور بالتهليل والقبول فور إعلانه، وخدم حسين عاماً كنموذج معترف به للنذرة ولحركة الإلكترونات داخلها.

حقائق طريفة، عمل نيلز بور في مختبر لوس ألاموس السري بنيو مكسيكو، وذلك على مشروع مأهاتن Manhattan Project (الاسم المشفر) لجهود تطوير القنابل الذرية من قبل الولايات المتحدة خلال الحرب العالمية الثانية.



## النظائر

### Isotopes

سنة الاكتشاف 1913م

ما هي النظائر؟ النظائر هي أشكال مختلفة للعنصر الكيميائي ذاته تملك نفس الخواص الكيميائية والفيزيائية ولكن أوزاناً ذرية مختلفة من المكتشف: فريديريك سودي

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

نظائر عنصر ما هي أشكال مختلفة قليلاً لذاك العنصر. تملك النظائر نفس الخواص الكيميائية والفيزيائية والكهربائية للعنصر الأصلي، ولكن عدداً مختلفاً من النيوترونات في نوى ذراها. لقد أضفى اكتشاف النظائر بعدها جديداً على علوم الفيزياء والكيمياء.

أجاد هذا الاكتشاف على أسلمة محيرة أربكت باحثي الفيزياء المتهمن بدراسة العناصر المشعة. أصبحت دراسة النظائر أساساً جوهرياً لتطوير القدرة والأسلحة الذرية. كما أن للنظائر أهميتها في علم الجيولوجيا طالما أن التأريخ بالكريون والتقنيات التقديرية الأخرى لعمر الصخور تعتمد جديعاً على نسب نظائر معينة.

كان هذا الاكتشاف كفياً لوحده برفع الحواجز التي اعترضت طريق التقدم العلمي، وفتح حقولاً جديدة في بحوث الفيزياء والكيمياء، وأمدَّ بالأدوات البحثية الأساسية لبحوث علم الأرض.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد فريديريك سودي Frederick Soddy عام 1877م في سوسيكس بإنجلترا. وفي عام 1910م قبل سودي عنصب في جامعة غلاسكو كمحاضر في النشاط الإشعاعي والكيمياء.

كانت دراسة العناصر المشعة لا تزال متعة وجديدة. وكانت العناصر المشعة تعرف باختلافات في كتلتها وشحنتها الذرية وخواصها الإشعاعية، بما فيها أنواع وطاقات مختلف الدقائق (الجسيمات) التي تبثها.

طبقاً لهذا النظام، كان العلماء قد تعرّفوا تواً على 40 إلى 50 من العناصر المشعة. ولكن تراجعت 10 إلى 12 مكاناً جمجم هذه العناصر المشعة على الجدول الدوري للعناصر. إما أن الجدول الدوري لم يليق كان خاطئاً أو - لسبب ما غير معروف - كانت العناصر المشعة تقع خارج منطق وترتيب الجدول الدوري.

لم يعن أي من الجوابين شيئاً، وتعرض البحث الإشعاعي إلى كبوة في مسيرته.

قرر سودي دراسة الدقائق الثلاثة الدون ذرية المعروفة التي تبعث من مختلف العناصر المشعة (دقائق ألفا وبيتا وغاما)، فوجد بأن دقائق ألفا كانت تحمل شحنة موجبة (و كأنها بروتونين) وكتلة تساوي أربع بروتونات. أما أشعة غاما فلم تمتلك شحنة ولا كتلة، بل طاقة فقط، وهذا لم يؤثّر على طبيعة الذرة نهائياً.

من جانبها لم تمتلك دقائق بيتا أية كتلة يمكن قياسها ولكنها حملت شحنة سالبة واحدة، فقد بدت وكأنها إلكترونات فقط.

عندما كانت ذرة ما تبعث دقيقة من دقائق بيتا، فإنها كانت تفقد شحنة سالبة. أدرك سودي بأن هذا مشابه لاكتساب شحنة موجبة بالذات. أبعث دقيقة ألفا وافقد شحنتين موجبتين من النواة، وأبعث دقيقة بيتا وأكتسب واحدة!

نظراً لأن الجدول الدوري كان مرتبًا حسب عدد البروتونات في نواة الذرة - بدءاً بالعنصر الأخف (الميلورجين) وصولاً إلى أثقل عنصر معروف (اليورانيوم)، أدرك سودي بأن انبعاث دقيقة ألفا سيؤدي إلى زحف الذرة خاتمين نحو الشمال على الجدول الدوري وإن انبعاث دقيقة بيتا سيزحف بها خاتمة واحدة نحو اليمين.

استنتج سودي من هذه الملاحظة أنه لا بد أن تكون ذرات عناصر عدة قد تراجعت في عدة خانات مختلفة على الجدول الدوري. فاستعمل تقنيات مطافية بخيالية جديدة (اكتشفها غوستاف كيرخوف وروبرت بونزن عام 1859م) ليظهر بأنه رغم امتلاك ذرات اليورانيوم والثوريوم لكتلة ذرية مختلفة وبالتالي احتلاماً لخانات مختلفة على الجدول الدوري، فإنها كانت لا تزال كما هي، العنصر الأصلي.

دلّ هذا على إمكانية أكثر من عنصر واحد احتلال نفس المكان على الجدول الدوري، وبأن ذرات عنصر واحد يمكن أن تتحلّ أكثر من مكان واحد وهي لا تزال نفسها، العنصر الأصلي. أطلق سودي على نسخ ذات العنصر التي احتلت أماكن على

الجدول الدوري غير المكان «الطبيعي» لذلك العنصر *isotopes* أو «النظائر»، اشتقاقةً عن الكلمة إغريقية بمعنى «نفس المكان».

بعدها، وفي نفس العام (1913م)، قاس الكيميائي الأمريكي تيودور ريتشاردز Theodore Richards الأوزان الذرية لنظائر الرصاص الناتجة عن التحلل الإشعاعي للليورانيوم والثوريوم وأثبت صحة نظرية سودي.

على كلٍّ، لم يكن تفسير سودي لاكتشافه دقيقاً بالكامل. فكان اكتشاف تشادويك Chadwick للنيوترون (في 1932م) كفياً بتصحيح أخطاء سودي وبالتالي تكميله لهم مفهومه عن النظائر.

حاول سودي شرح نظائره مستعملاً البروتونات والإلكترونات فقط. أما تشادويك فقد اكتشف وجود عدد من النيوترونات المتعادلة في النواة يضاهي تماماً عدد البروتونات الموجبة. فاكتساب أو فقدان النيوترونات لم يغير من الشحنة الكهربائية أو من خواص المادة (طالما أن العناصر معروفة بعدد البروتونات في النواة)، ولكنه غير فعلاً من الكتلة الذرية للندرة وبالتالي خلق نظيراً لذلك العنصر.

إذن، اكتشف سودي مفهوم النظائر، ولكن تطلب كامل فهمه فهماً لماهية النيوترونات بالأختير.

حقائق طريفة: النظائر أهم مما يتوقع معظم الناس. فباستعمال نظائر عناصر مختلفة يمكن أن تؤرخ لكل ما هو قديم من صخور ومتاحف وبيقايا بشرية ونباتات... الخ. النشاط الإشعاعي الطبيعي تصنعه النظائر، والقليلة الذرية تستعمل نظيراً لليورانيوم.\*



\* إن للنظائر المشعة تطبيقات هامة للغاية في الحقل الطبي، سواء تشخيصية (الأصباغ المستعملة في عمليات التصوير بالأشعة المختلفة – أو ما تسمى بالأشعة الملونة)، علاجية (العلاج بالأشعة لحالات الأورام السرطانية أو الأدوية الإشعاعية المستعملة لعلاج أمراض الغدة الدرقية مثلاً)، أو تحليمية (تحديد مكونات الدم والبول ومحتوها من الهرمونات والأدوية والمستضادات) – المترجم.

# لب الأرض و وساحتها

## Earth's Core and Mantle

سنة الاكتشاف 1914م

ما هذا الاكتشاف؟ تكون الأرض من طبقات، لكل منها كثافتها وحرارتها  
وتركيبتها المختلفة  
من المكتشف؟ بينو غوتيرغ Beno Gutenberg

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

من المستحيل أن ترى أو تخاطر أو حتى ترسل مجسات لأكثر من أميال قليلة تحت سطح الأرض. تكاد المسافة التي تربو الأربعية آلاف ميل من سطح الأرض لمرکزها أن تكون بعيدة كلياً عن متناول البشر. ومع ذلك، لم يكن بمقدور العلماء فهم كوكبنا وتكونه دون امتلاكه لمعرفة دقيقة بذلك الباطن الخفي.

قدم بينو غوتيرغ أول تعليل منطقى لباطن كوكب الأرض. فاكتشافه أثبت بأن الأرض ليست كوكباً متجانساً صلداً، ولكن مقسماً إلى طبقات. كان غوتيرغ أول من قدر حرارة لب الأرض وخواصه الفيزيائية تقديرأً صحيحاً. تعتبر اكتشافاته من الأهمية بحيث عادة ما يُعد صاحبها أباً لعلم فيزياء الأرض (الجيوفيزيا).

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

من مواليد عام 1889م بمدينة دارمشات بألمانيا، شف بينو غوتيرغ Beno Gutenberg بالعلم منذ طفولته ولطلاها أدرك بأنه سيصبح راصداً جوياً في المستقبل. ومع البدء بثاني عام له في دراسته الجامعية لعلم الأرصاد الجوية عام 1907م، شاهد إعلاناً يصرّح بتشكيل فرع بالعلم الجديد المسمى فيزياء الأرض (جيوفيزيا) في جامعة غوتينغن.

راقت لغوتيرغ فكرة تشكيل فرع بعلم جديد بالكامل. فانتقل للدراسة بجامعة غوتينغن، وأثناء تخصصه في علم الأرصاد الجوية، درس تحت إشراف إميل ويخيرت Emil Wiechert، أحد رواد العلم الناشيء المعروف بعلم الزلازل (السيسمولوجي) - علم دراسة الموجات الناجمة عن الزلازل والهزات الأرضية.

حين تخرجه عام 1913م، كان غوتيرغ قد تحوّل من علم الأرصاد الجوية (دراسة الجو) إلى علم فيزياء الأرض (دراسة باطن الأرض). لقد كان ذلك مثلاً على التوажд في المكان المناسب بالوقت المناسب.

كانت بحثاً يد غوتيرغ جمجمة بيانات وبحوث دراساته، الجمجمة الأكثر اتساعاً وشمولًا للبيانات الزلزالية بالعالم. كان وبحوث قد ركز على جمع البيانات، أما غوتيرغ فقد ركز على دراسة أمثل هذه البيانات.

ووجد غوتيرغ بأنه، نهودجياً، لم تكن الموجات الزلزالية تصل جميع أجزاء سطح الأرض، حتى عندما كانت الموجات قوية بدرجة كافية لتنقاص في كل مكان. لقد تواجدت دوماً منطقة ظل shadow zone امتدت على نحو مستقيم تقريباً من مكان الحدث عبر الكورة الأرضية، خلت تماماً من أية موجات زلزالية.

كما لاحظ بأن الموجات الزلزالية تبدو وكأنها تنتقل بسرعة مختلفة على مسارات مختلفة عبر الأرض. كل هذا جعل من غوتيرغ يعتقد بأن باطن الأرض ليس كتلة صلدة متجانسة، بل يجب أن يمتلك بعض طبقات أو مناطق منفصلة.

استقر غوتيرغ على تصوير الأرض كاليضة، فسطح الأرض رقيق وهش كفترة اليضة، مع لب (كسفار اليضة) أكثر كثافة من الوشاح الخيط (كبياض اليضة).

لو افترضنا بصحة هذا التصوير، فإن الموجات الزلزالية المتوجهة نحو اللب ستغير من سرعتها وستتحيد (تشتت) نظراً لاختلاف الكثافة بين الطبقتين. أحد أنواع الموجات الزلزالية التي درسها غوتيرغ كان ما يسمى transverse waves أو «الموجات المستعرضة». لم تكن هذه الموجات لتتدخل اللب باتفاق. من معرفته بأن الموجات المستعرضة تتشتت سريعاً في الخيط السائل، فمن غوتيرغ أن يكون لب الأرض سائلاً هو الآخر.

كان غوتيرغ يمتلك بيانات كافية عن درجات الحرارة المسجلة لما يكفي من الموجات الزلزالية لحساب الكبر والكتافة المفروضين لللب حتى يخلق أمثلة الحرارة التي سجلها علماء الزلازل. إن للب الأرض، قال غوتيرغ، قطرًا يساوي 2100 ميلاً.

بناء على هذه الحسابات وتجارب كيميائية أجراها في أوائل عام 1914م والتركيب الكيميائي المقاس للنيازك، قدر غوتيرغ أن اللب كان خليطاً سائلاً من النيكل والحديد، بينما تكون الوشاح من مادة صخرية.

تم القبول بنموذج غوتيرغ على الفور ولم يُعدَّ عليه حين عام 1938م. ففي ذلك العام، أثبتت إينيغ ليمان Inge Lehman دراسة مفصلة عن موجات «P» (نوع آخر من الموجات الزلزالية) ومعدات أكثر تطوراً بكثير من تلك المستعملة عام 1914م. أظهر بحثها أن لب الأرض مقسّم إلى لب داخلي صلب وآخر خارجي سائل، كما قسمت الوشاح أيضاً إلى غلاف داخلي وآخر خارجي. لقد أكمل هذا الاكتشاف صورتنا الأصلية عن باطن كوكبنا الأم.

حقائق طريفة؛ تعتبر قشرة الأرض صلبة - كما هو اللب الداخلي.  
ولكن ما بينهما من لب خارجي \* ووشاح (90% من كتلة الأرض)،  
فموجود حالة سائلة إلى شبه صلبة مذابة. نحن لا نعيش على كوكب صلد  
 تماماً.



---

\* يعتقد أن اللب الخارجي هو مصدر المقلل المغناطيسي للأرض، حيث يتميز بخاصية المحرك «الدينامو» التي تولد تيارات كهربائية ضمن محیطه السائل - المترجم.

# الانجراف القاري

## Continental Drift

سنة الاكتشاف 1915م

ما هذا الاكتشاف؟ تجرف قارات الأرض وتتحرك على من الرعن

من المكتشف؟ ألفريد فينر Alfred Wegener

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

قبل اكتشاف فينر، اعتقاد العلماء أن الأرض كانت بمثابة جسم ساكن - لا يتغير أبداً، الآن كما كان في السابق. قاد اكتشاف ألفريد فينر، بأن قارات الأرض تجرف عبر وجه الكوكب، إلى النظريات الحديثة عن دراسة تركيب وحركات الطبقات الجيولوجية وإلى فهم صائب للكيفية التي تتحرك وتتساب وتفاعل بها قشرة كوكب الأرض وغضائده ولبه. كما خلق أول إدراك بالتاريخ الديناميكي لكوكب الأرض.

فك اكتشاف فينر ألغازاً مستعصية في العديد من حقول المعرفة - وبنفس الوقت حرك أسئلة جديدة إلى السطح لا تزال موضع جدل إلى يومنا هذا. بأي حال من الأحوال، يقف هذا الاكتشاف حجر أساس في فهمنا الحديث لعلوم الأرض.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد ألفرد فينر Alfred Wegener عام 1880م ببرلين. كان غير مرتاح بالـ على الدوام وفعلاً أكثر من كونه مفكراً، فانتقل بتخصصه الجامعي من علم الفلك إلى علم الأرصاد الجوية لأن «علم الفلك لم يتع فرصة بالحركة الجسدية». عقب تخرجه، تعاقد فينر على السفر إلى أيسلندا وغرينلاند لأغراض الاستطلاعات الجوية، وذلك عامي 1908 و1906م.

بينما لا يزال على سفره عام 1910م، لاحظ فينر التنسق المدهش للخطوط الساحلية لأمريكا الجنوبية وأفريقيا. لم يكن فينر، بطبيعة الحال، أول من يلاحظ هذا التنساق، ولكنه كان بالتأكيد أول من فكر بأهميته.

في عام 1911م، أظهرت خرائط محيطية جديدة الرفوف القارية للمحيط الأطلسي (الرفوف القارية هي عبارة عن رفوف تحت مائية سطحية تتد خارجة عن القارات). لاحظ فيغير تنسقاً وتطابقاً بين الرفوف القارية لأمريكا الجنوبية وإفريقيا أفضل حتى من ذلك الذي لاحظه في الخطوط الساحلية من قبل. لقد «تطابقت كقطع لعبه الصور المقطعة».

أدرك فيغير أن هذا التطابق المتكامل لم يكن محض مصادفة، وتوقع بأن تكون القارات مرتبطتين يوماً ما - رغم أنها منفصلتان الآن بعده آلاف من أميال المحيط. لقد كانت تلك ملاحظة جذرية من نوعها طالما افترض العلماء جميعاً بأن القارات لم تتحرك إطلاقاً عن مواقعها الراسخة على كوكب الأرض.

في ذات السنة أيضاً، قرأ فيغير دراسات لاحظت نفس الاكتشافات المتحجرة في أمريكا الجنوبية وفي أجزاء متاظرة من إفريقيا الساحلية. افترض العديد من العلماء وجود جسر أرضي يوماً ما بين الاثنين مما سمح للأنواع الباتية والحيوانية بالاختلاط بعض. هذا الجسر، استرسلوا في افتراضهم، سقط منذ زمن بعيد إلى قعر المحيط.

من جانبه آمن فيغير باستحالة وجود جسر أرضي في الزمان القديم، وإنما كان قد ترك علامات دالة على أرضية المحيط وخلق تشوهات تجاذبية لم يُعثر عليها جميعاً. فقرر في عام 1912م أن يعتمد على حقول ومصادر مختلفة لتجسيد دليل دامغ يثبت أن القارات كانت ملتحمة في يوم من الأيام.

استسقى فيغير معظم بياناته الجيولوجية من العمل الميداني الواسع النطاق لإدوارد سويس Eduard Suess. ففي مكان تلو الآخر، اكتشف سويس تطابقاً مضبوطاً للصخور الساحلية المقابلة على جانبي المحيط.

تدفق فيغير خلال اكتشافات المئات من المسوح الجيولوجية لُظهر بأن تركيب الصخور، اختلاطات الأنواع الصخرية، وطبقات الصخر على القارتين (أمريكا الجنوبية وإفريقيا) قد طابت بعضها البعض على امتداد خط الساحلي. حيث وجد تراكيز تعرف بالأعمدة (مرفقة بال MAS) على كل من جانبي جنوب الأطلسي، وبوضع متقابل تماماً. كما جمع أيضاً سجلات عن التجمعات الماضية والحاضرة للنباتات على جانبي الأطلسي وخطط لها لبيان الكيفية التي تطابقت بها على امتداد خط الساحل.

التفسير الوحيد الذي قدر فيغتر على إعطاءه حول هذه التشاهدات هو أن أمريكا الجنوبية وإفريقيا كانتا متединتين في قارة واحدة ثم انجرفت إحداهما أو كلياً بعيداً. ثم توسيع في نظريته لتغطي كافة القارات (فمثلاً، كانت أمريكا الشمالية متعددة يوماً ما مع أوروبا) ووصل إلى استنتاج مؤداه أن الكتل اليابسة لكوكب الأرض كانت ملتحمة ببعض في وقت من الأوقات مشكلة قارة واحدة شاسعة، أطلق عليها Pangaea أو «بانجيا» (مشتقة من الإغريقية بمعنى «جحيم الأرض»).

دفع فيغتر باكتشافاته ونظريته إلى النشر عام 1915م. كان علماء العالم شاكين باستنتاجاته ومتأثرين في نفس الوقت بكمية وتنوع البيانات التي قدّمها. اكتشف فيغتر ظاهرة الانجراف القاري، ولكن تعذر حين عجز عن شرح الكيفية التي انجرفت بها القارات (ماهية القوة التي قادها عبر قاع المحيط الأكثـر كثافة).\*

بعدها باربعين عاماً، اكتشف هارفي هييس Harvey Hess ظاهرة انتشار قاع البحر وأملأ بذلك هذه الشغرة في نظرية سلفه فيغتر.

حقائق طريفة، الهيمالايا، النظام الجبلي الأعلى في العالم، ناتجة عن التصادم المستمر بين طبقتين جيولوجيتي عظيمتين (طبقة أوراسيا وشبه القارة الهندية)، والذي بدأ قبل 40 مليون سنة خلت.



\* كان فيغتر في خضم البحث عن الدليل القطاعي لإثبات صحة نظريته، عندما تعرضت قافلته إلى عاصفة ثلجية هوجاء في جزيرة غرينلاند عام 1930م، فعثر عليه أصحابه ميتاً بعد فترة - المترجم.

## الثقوب السوداء

### Black Holes

سنة الاكتشاف 1916م

ما هذا الاكتشاف؟ نجم منهار من الكثافة وكر السحب التجاذبي بحيث لا يقدر حتى الضوء، من الإفلات منه. هكذا تجوم ستدور مثل ثقوب سوداء في كون أسود

من اكتشف؟ كارل شفارتزشيلد Karl Schwarzschild

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يعتبر الكثيرون أن الثقوب السوداء هي الأعجوبة العظمى للكون، والأكثر غرابة من بين جميع الأجرام السماوية. قد تكون الثقوب السوداء أماكن ولادة لأكونات جديدة، بل وحتى لأبعاد جديدة، وقد تشير إلى بداية وكفاية الزمن. يُعدّها البعض وسائل محتملة للسفر عبر الزمن وكذلك للسفر بأسرع من سرعة الضوء. يؤمن الكثيرون بأن الثقوب السوداء قد تكون المصدر النهائي للطاقة في المستقبل، فتعمل كمحطات لتوليد القدرة على امتداد المجرات.

كانت الثقوب السوداء، بالتأكيد، بمثابة لغز عظيم، نظري أولاً ثم عملي لاحقاً، في علم الفلك بالقرن العشرين. فاكتشافها دفع بالعلم خطوة جباره نحو فهم الكون من حولنا وأدى بدليل قاطع على صحة نظرية آينشتاين في النسبية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في الحقيقة، ليس الثقب الأسود ثقباً على الإطلاق. فهو عارة عن نجم منهار تَقْسِم على ذاته. كلما تكشف النجم، ازدادت جاذبيته. فلو أصبحت جاذبية النجم منهار من القوة بحيث لا يستطيع حتى الضوء ( دقائق تنتقل بسرعة الضوء) الإفلات من سحبه التجاذبي، فإنه سيبدو مثل ثقب أسود (في الخلفية السوداء المعتمة للفضاء).

نال رجلان اثنان شرف اكتشاف هذه الظواهر الغريبة والغير المرئية. أما الأول، فكان الفتى المعجزة، الفلكي الألماني، كارل شفارتزشيلد Karl Schwarzschild. منذ نعومة

أظفاره، افتتن شفارتزشيلد بـالميكانيكا السماوية (حركة النجوم)، ونشر أول تقريرين له عن النظرية المفسّرة للكيفية التي تتحرك بها النجوم المزدوجة وهو لم ي تعد سن السادسة عشرة (في 1889م). وفي العام 1900م، ألقى شفارتزشيلد محاضرة أمام الجمع الفلكي الألماني افترض من خلالها بأن الفضاء لا يعمل كصناديق منتظم ثلاثي الأبعاد، بل يعوّج بطرق غريبة، ويسحب ويُدفع من قبل الجاذبية. أسمى شفارتزشيلد هذه الظاهرة «الحناء الفضاء».

بعدها بخمس سنوات، نشر آينشتاين معادلاته في الطاقة ونظريته في النسبيّة، والتي تحدثت بدورها عن الحناء الفضاء. في عام 1916م، وأثناء خدمته مع الجيش الألماني على الجبهة الروسيّة خلال الحرب العالميّة الأولى، كان شفارتزشيلد أول من يحمل معادلات آينشتاين في النسبيّة العامّة. وجد بأنه عندما ينكّمّش نجم ما إلى نقطة واحدة من مادة تفوق بكافتها الخيال، فإن سحبه التجاذبي سيزداد بحيث يتوجّب على دقة (جسم) ما أن ينتقل بسرعة أكبر وأكبر حتى يفلت من أسر تلك الجاذبية (تدعى سرعة الإفلات). أظهرت حسابات شفارتزشيلد بأنه عندما ينهار نجم عملاق وينكمّش إلى نقطة واحدة من مادة لا تهانّيّة الكثافة، فإن سرعة إفلاته ستتفوق سرعة الضوء. لا شيء إذن يمكنه الإفلات من هكذا نجم منهار. فالأمر سيبدو وكأن الجسم أو النجم قد اختفى ولم يعد موجوداً في كوننا هذا.

بهذه الحسابات، اكتشف شفارتزشيلد مفهوم الثقب الأسود عام 1916م ، واستحدث التعبير الذي نتداولها اليوم لوصفه (أفق الحدث، سرعة الإنفلات....الخ). لكن اكتشافه للثقوب السوداء كان اكتشافاً «رياضيّاً»، دون أن يؤمن بتواجدها فيزيائياً. فقد اعتقاد أن ما قام به كان ترييناً حسائياً لا غير.

بعد خمسين عاماً، بدأ الفلكيون بالبحث جدياً عن نجوم شفارتزشيلد المنهارة الغير المرئية. وإن دراكا منهم بطبيعة التستر والخفاء لهذه النجوم، قام الفلكيون بتبّع الحركات الغير المفسّرة للنجوم التي أمكنهم رؤيتها وبالتالي إظهارها على أنها ناجحة عن السحب التجاذبي لنقب أسود مجاور غير مرئي. (ابتكر الفلكي جون ويلر John Wheeler اسم «الثقب الأسود» عام 1970م)

في عام 1971م، أظهرت حسابات فريق ويلر بأن النجم الثنائي الباعث للأشعة السينية، سيفنوس أكس-X-1-1 Cygnus، كان نجماً يدور حول ثقب أسود. كانت تلك المرة الأولى التي يتم فيها تقصي أي ثقب أسود على الإطلاق.

لم يتم العثور على ثقب أسود في مجرة درب التبانة إلا عام 2004م، وذلك من قبل البروفيسور فيل تشارلز Phil Charles من جامعة ساوثامبتون ومارك واغنر Mark Wagner من جامعة أريزونا، وكان على بعد 6000 سنة ضوئية من الأرض ضمن هالة مجرتنا. ولكن يبقى لكارل شفارتزشيلد شرف اكتشاف كيف «بدت» الثقوب السوداء وكيف يمكن تحديد موقع أحدها، وذلك عام 1916م.\*

حقائق طريفة، مكتشفاً في كانون الثاني (يناير) من عام 2000م، فإن أقرب ثقب أسود عن الأرض يقع على بعد 1600 سنة ضوئية فقط من الأرض ويدعى V4641 Sgr. هذه الثقوب السوداء الاعتيادية تكبر الشمس كثافة ببعض مرات، ولكن تقع الثقوب السوداء الفائقة الكثافة في صميم المجرات وقد تفوق كثافتها كثافة الشمس بملايين المرات.



---

\* وهو ذات العام الذي قضى فيه هذا العالم نحبه، متاثراً بمضاعفات مرض جلدي نادر نسبياً يعرف بمرض الفقاع pemphigus أو مرض أيوب (حيث يعتقد بأنه ذات المرض الذي ألم بالنبي أيوب عليه السلام) - المترجم.

## الإنسولين

Insulin

سنة الاكتشاف 1921 م

ما هي الاكتشاف؟ الإنسولين هو هرمون ينتجه البنكرياس يسمح للجسم  
بسحب السكر من الدم وبالتالي حرقه لإنفاذ الطاقة  
من المكتشف؟ فريديريك بانتنغ Frederick Banting

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

اكتشف فريديريك بانتنغ طريقة لإزالة واستعمال «عصارة» بنكرياس الحيوانات لإنقاذ حياة مرضى السكر من البشر. يُدعى هذا الهرمون «الإنسولين». لقد أنقذ اكتشافه ملايين الناس من براثن الموت. وفي وقت جرت العادة فيه أن تكون كلمة السكري بمثابة حكم بالموت، وغابت فيه أية طريقة معروفة للتعریض عن وظيفة البنكرياس بعد توقفه عن إنتاج الإنسولين، جاء اكتشاف بانتنغ ليغير الأوضاع رأساً على عقب.

رغم أن الإنسولين ليس علاجاً شافياً لداء السكر، إلا أن هذا الاكتشاف كان كفياً بتحقيق حكم الموت لهذا المرض إلى خلل قابل للمعالجة، يعيش به ملايين من الناس حياة صحية وطبيعية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في أوائل عام 1921م، جاء جراح الكسور الكندي، البالغ من العمر ثمانية وعشرين عاماً، فريديريك بانتنغ Frederick Banting بنظرية - كانت أشبه بفكرة مبهمة، في الحقيقة - تصف طريقة لمساعدة المرضى المعانين من داء السكر.

كان المسلك المرضي لداء السكر معروفاً تقريباً ذلك الحين:

الخلايا الخارجية من البنكرياس تفرز عصارات هضمية قوية، ولكن الخلايا الداخلية تنتج هرموناً رقيقاً يتدفق مباشرة إلى مجرى الدم. فأنسجة الجسم تحصل على طاقتها من السكريات الموجودة في التيار الدموي، والتي تأتي من الطعام. لكن الجسم لا يقدر على

سحب السكر خارجاً من تيار الدم دون وجود ذاك الهرمون المفرز من قبل الخلايا الداخلية للبنكرياس.

فعندما توقف الخلايا الداخلية ل البنكرياس شخص ما عن صنع ذلك الهرمون، فإن خلاياه تعجز عن سحب السكر من الدم، وبالتالي يصبح التيار الدموي مكتظاً بالسكر ويكافح للتخلص منه عبر الزيادة في التبول. فيعرض الجسم للجفاف، ويعتلي الشخص في صحته حتى يموت.

إذن، كان الموت نتيجة حتمية للمريض بالسكر عام 1921م، في ظل غياب علاج ما يعيد للجسم توازنه الأيضي الطبيعي.

حاول الباحثون الحصول على هرمون البنكرياس (الذي أشاروا إليه بـ«العصارة») من الحيوانات. ولكن عند طحن البنكرياس، فإن العصارات الماضمة المفرزة من قبل الخلايا الخارجية كانت من القوة بحيث حطمت العصارة الرقيقة المفرزة من قبل الخلايا الداخلية قبل استعمالها والاستفادة منها.

قرأ بانتشغ مقالاً للدكتور موسيس بارون Moses Barron وصف فيه مصير بضعة مرضى عانوا من انسداد في القنوات الناقلة للعصارة الماضمة من الخلايا الخارجية للبنكرياس إلى الأمعاء. وكانت هذه الأحاضن القوية قد انحصرت داخل الخلايا الخارجية وحطمتها. أي يمكن أن نقول حرفياً أن الخلايا قد انطفأت وتتجفف.

تساءل بانتشغ إمكان تعمد قتل خلايا البنكرياس الخارجية لحيوان ما وبالتالي حصد عصارة خلايا الداخلية للاستعمال من قبل مرضى السكر.

كانت خطته بسيطة بما فيه الكفاية: اعمل عملية جراحية لربط القنوات الصادرة من الخلايا الخارجية ل البنكرياس كلب، انتظر للأسابيع الثمانية التي ذكرها الدكتور بارون في مقالة، وأملأ بأن الخلايا الخارجية قد جفت وماتت.

أخيراً، في عملية ثانية، كان على بانتشغ أن يخصل ببنكرياس الكلب ويرى إن كان لا يزال يحوي الخلايا الداخلية المنقذة للحياة وعصاراتها الشمينة. وكان عليه أن يحدث مرض السكر اصطناعياً في الكلب آخر ويلاحظ مدى قدرة السائل البنكرياسي للكلب الأول على إيقائه على قيد الحياة.

دون أي تمويل أو رأس مال، تدبر بانتناع استعمال مختبر وستة من كلاب الاختبار. كانت العملية الجراحية بسيطة من نوعها، ولكن كان عليه الآن أن يتضرر ثانية أسبوع لحين موت الخلايا الخارجية.

على أية حال، بحلول الأسبوع السادس دخل الكلب المريض حالة من الإغماء، تعتبر آخر مراحل مرض السكري قبل الموت. فقام بانتناع بإجراء عملية فورية على أحد الكلاب الآخرين، وأزال بنكرياسه بنجاح، ثم طحن هذا النسيج واستخلص عصارته بإذابته في محلول للكلوريد، وحقن كمية قليلة من هذه العصارة إلى الكلب المريض بالسكري.

لم يمض سوى ثلاثة فين دقيقة حتى استفاق الكلب من غيبوته، ثم توقف على قدميه في غضون ساعتين فقط، وبدأ بالتزحلق ثانية من أعلى التلة. بمحنة أخرى انتعش الكلب المسكون بالطاقة وبدأ بالنباح والتلويع بذيله.

كان بانتناع في غاية الشدة والفرح. فقد صدق حده فعلاً!

أطلق الدكتور جون ماكليود John Macleod على هذه العصارة اسم «إنسولين insulin»، وذلك خلال الستين اللتين عمل فيها مع الدكتور بانتناع بحثاً عن طريقة للحصول على هذه العصارة الثمينة دون إلحاق الأذى بكلاب المختبر - مأثرة حققاها في النهاية\*\*.

حقائق طريفة: في عام 1922م، كان صبي في الرابعة عشرة من عمره يعاني من النوع I لداء السكري diabetes type I أول من يعالج بالأنسولين، واظهر حينها تحسناً سرياً من نوعه.



\* وذلك اشتقاداً عن لفظة *insula* اللاتينية بمعنى «الجزيرة»، إشارة إلى جزر لانغرهانز في البنكرياس التي تقوم بإفراز هذا الهرمون - المترجم.

\*\* وحققوا جائزة نوبل في الطب (أو الفسلجة) عام 1923م عن جداره واستحقاق (علمًاً أن بانتناع أصغر من حاز على جائزة نوبل في الطب، بعمر الثانية والثلاثين) - المترجم.

## الناقلات العصبية

### Neurotransmitters

سنة الاكتشاف 1921م

ما هي الناقلات العصبية؟  
العصبية المفردة  
من المكتشف أوتو ليفي Otto Loewi

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

على غرار فك الشفرة الوراثية وصناعة القنبلة الذرية، يُعد اكتشاف الطريقة التي يتواصل بها نظام الخلايا العصبية للدماغ واحداً من التطورات الجوهرية للعلم خلال القرن العشرين.

ترسل الأعصاب إشارات حسية إلى الدماغ، والدماغ بدوره يوصل بأوامر إلى العضلات والأعضاء من خلال الأعصاب. لكن كيف؟ أحدث اكتشاف أوتو ليفي للناقلات العصبية (المواد الكيميائية التي تجعل من هذا التواصل ممكناً) ثورة في طريقة تفكير العلماء عن الدماغ وحق ما يعنيه هذا التركيب المعقّد للإنسان. تسيطر الناقلات العصبية على الذاكرة، التعلم، التفكير، السلوك، النوم، الحركة، وكذلك جميع الوظائف الحسية. كان هذا الاكتشاف مفتاحاً من مفاتيح فهم وظيفة الدماغ ومنظومته.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1888م، كان عالم التشريح الألماني هاينريش فالدر-هارتز Heinrich Walder-Hartz أول من افترض بأن الجهاز العصبي مؤلف من شبكة منفصلة من الخلايا، اسمها *neurons* «العصبيات أو الخلايا العصبية». كما استنتج أن فئيات الخلايا العصبية المفردة تقترب من بعضها البعض ولكن دون أن تلامس فعلياً. وفي عام 1893م، أثبت العالم الإيطالي كاميللو كوجلي Camillo Colgi طريقة جديدة لصبغ الخلايا أظهرت أدق التفاصيل تحت الميكروскоп، فأثبتت على صواب فالدر-هارتز في دعواه.

أحدث اكتشاف فالدر-هارتز، على آية حال، جدلاً واسعاً في الأوساط العلمية. إذا لم تلامس الخلايا العصبية حقاً، فكيف تتوصل مع بعض؟ ذهب بعض العلماء بالقول أن

الإشارات لا بد أن ترسل كهربائياً، طالما أن هنالك تيارات كهربائية في الدماغ، في حين جادهم فريق ثانٍ بأن الإشارات العصبية لا بد مرسلة كيميائياً طالما لم يُعثر على ارتباطات كهربائية متنية بين الخلايا العصبية المنفردة. وما زاد من الطين بلة، أن أحداً من الفريقين لم يقدر على إثبات موقفه.

ولد أوتو ليفي Otto Loewi في فرانكفورت بألمانيا عام 1873م. أراد أن يصبح مؤرخاً فبيلاً إلا أنه لم يجد بدا من الرضوخ إلى ضغط عائلته فدخل كلية الطب. بعد نجاحه في اختباره الطبي بشق الأنفس، عمل ليفي في مستشفى المدينة بفرانكفورت. إلا أنه أصبح بنبوة من الكآبة وهو يرى كل تلك الأعداد التي لا حصر لها من حالات الوفاة، وهول المعاناة التي عاشها مرضى السل وذات الرئة من ضجوتهم أروقة المستشفى، فيلقون حتفهم تباعاً دون علاج شافٍ وفعال.

ترك ليفي الممارسة العملية الطبية وتحول إلى مجال البحث الدوائي (دراسة العقاقير والأدوية وتأثيراتها على أعضاء الجسم البشري)، دارساً الكيفية التي استجابت بها الأعضاء البشرية المختلفة (بما فيها الكلية والبنكرياس والكبد والدماغ) للمحفزات الكهربائية والكميائية، ومضمناً إليها في بحوث ومقالات قدمها على مرّةٍ وعشرين سنة تالية (1895-1920).

في عام 1920م، ركّز ليفي معظم اهتمامه على دراسة الأعصاب. فقد اقتبعت بنقل المواد الكيميائية للإشارات بين الألياف العصبية، ولكن شأنه شأن غيره من فريقه من الباحثين، لم يستطع أن يثبت اقتباعه هذا. ثم حدث ما حدث، وجاءه الجواب في الحلم - كما صرّح بذلك لاحقاً.

كانت ليلة ما قبل عيد الفصح من عام 1921م قد شارت على الانتصاف، عندما هبَّ ليفي من نومه مجفلاً، فتناول ورقة خربش عليها بعض الملاحظات عن فكرة حلمه، واستكمل نومه من جديد. لدى استيقاظه صبيحة اليوم التالي، وجد ليفي نفسه عاجزاً عن قراءة ملاحظاته المطلسمة، والأسوأ أنه نسي ما رأه في منامه أيضاً. كل ما تذكره أن حلمه وملاحظاته كانت مهمة للغاية.

في الليلة التالية، استيقظ ليفي من نفس الحلم ثانيةً حوالي الساعة الثالثة صباحاً، متذكراً إياه بوضوح هذه المرة. فلم يجرؤ على الخلود للنوم مجدداً، بل نهض واتجه إلى

مخبره، وشرع ياجراء تجربته البسيطة التي جاءته في المساء - والتي داع صيتها بعد ذلك، وخرجت من حلم صاحبها لتدخل التاريخ إلى الأبد.

أزال ليفي كليني جراحيًّا وهما لا زالا في حالة خفقان، ووضع كلاً منهما في وعائه الخاص من محلول السلاين (ملح)، مبقيا على العصب الذاتي (العصب التاله *Vagus*) لأحد القلبيين دون الآخر. فعندما سلط ليفي تياراً كهربائيًا صغيراً على العصب التاله للقلب الأول، تباطأ عن الخفقان. وعندما سمح بعض السلاين بالتدفق من الوعاء الأول إلى الوعاء الثاني، تباطأ القلب الموضع في الوعاء الآخر ليتناسب مع السرعة البطيئة للقلب الأول.

لم تكن الكهرباء ما أثر في القلب الثاني، بل لا بد أن تكون مادة كيميائية تحركت من العصب التاله للقلب الأول إلى محلول السلاين، الذي تواصل بعد ذلك مع القلب الثاني وسيطر عليه. اكتشف ليري أن الخلايا العصبية تواصل مع بعضها بمواد كيميائية، وأطلق على هذه المادة الكيميائية بالذات *vagusstoff* «فيغستوف».\*

كان صديق ليفي، الإنجليزي هنري ديل Henry Dale، أول من عزل وفك تركيب هذه المادة الكيميائية، التي نعرفها الآن باسم *acetylcholine* «أسيتيلكولين». كما ابتكر ديل اسم *neurotransmitters* أو «الناقلات العصبية» لوصف هذه المجموعة من المواد الكيميائية التي تتناقلها الأعصاب في التواصل مع بعضها البعض\*\*.

حقائق طريفة: أطول خلية عصبية في الجسم، العصب الوركي sciatic nerve تنتهي من أسفل منطقة العمود الفقري إلى القدم - حوالي قدمين إلى ثلاثة أقدام طولاً!



\* دعي ليري أبيا لعلم الأعصاب **neuroscience** - المترجم.

\*\* تقاسم الصديقان جائزة نوبل في الطب (أو الفلسفة) عام 1936 عن جداره واستحقاق - المترجم.

# تطور الإنسان

## Human Evolution

سنة الاكتشاف 1924م

ما هذا الاكتشاف؟ تطورت أشباه البشر لأول مرة في إفريقيا وذلك من  
عائلة القردة - كما افترض داروين  
من المكتشف رaimond Dart

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لطالما تساءل البشر كيف أتوا على سطح هذا الكوكب، وقدّمت الأديان والثقافات جميعها تقريرًا تفسيرًا وقصصها حول نشأة الإنسان. في أوائل القرن العشرين، آمن معظم العلماء بأن البشر الأوائل ظهروا في آسيا أو شرق أوروبا، ثم جاء دارت ليكتشف جمجمة تاوونغ ليقدم بذلك أول دليل راسخ على تطور إفريقي لأشباه البشر الأوائل وكذلك أول متحجر رابط بين البشر والقردة، مرسخاً بذلك جزءاً من نظريات داروين. أعاد هذا الاكتشاف توجيه دفة جميع البحوث التطورية البشرية ويعتبر حجر أساس لمعتقدات العلم الحديثة حول تاريخ ونشأة أنواعنا.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد راي蒙د دارت Raymond Dart في كويزلاند باستراليا عام 1893م، وذلك في حقل عشي حيث كانت عائلته تكافح لرعي الماشي. تفوّق ونبغ في دراسته فحصل على زمالة لدراسة الطب وتخصص بعلم التشريح العصبي. في عام 1920م، تقدّم منصباً مرموقاً كمساعد لغرافتون إليوت سميث Grafton Elliot Smith بجامعة مانشستر الإنجليزية. ولكن تدهورت علاقتهما و، في العام 1922م، بفترة قصيرة بعد عيد ميلاده الثالثين، نُقل دارت ليصبح بروفيسوراً للتشريح في جامعة وتوترساند الحديثة التأسيس آنذاك بمدينة جوهانسبورغ في جنوب أفريقيا. وصل دارت هناك وهو يشعر بحرارة البد والخيانة.

في عام 1924م، علم دارت بأمر بضعة هاجم متحجرة لقردة السعدان عشر عليها بالقرب من مقلع للأحجار الجيرية في تاوونغ، فطلب بإرسالها إليه وكذلك أية متحجرات يتم

العثور عليها في ذلك الموقع. لم يتوقع دارت إيجاد أي شيء مثير للاهتمام في تلك المتحجرات، ولكن المتحف التشربجي للجامعة الجديدة كان بحاجة ماسة لأي شيء يمكن أن يسد نقص محتوياته، في حقيقة الأمر.

تُقل أول صندوقين من العظام المتحجرة إلى منزل دارت بعد ظهرة أحد أيام السبت بأوائل شهر أيلول (سبتمبر) من عام 1924م، في وقت كان يرتدي فيه ملابسه استعداداً لاستقبال حفل زفاف كان سيقام في منزله في مساء ذلك اليوم. فالكلاد وجد وقتاً ليضع الصندوقين جانباً، ولكن دفعه الفضول بعد ذلك أن يفتحهما هناك في الممر المفضي إلى مدخل داره. كما تصور، عند فتحه لم يحتوا الصندوق الأول على أي شيء ملفت لانتباه الناظر.

على أية حال، كان يوجد على كومة الصخور التي احتواها الصندوق الشاي شيء سرعان ما أجزم دارت أنه قالب مصاغ عن السطح الداخلي للجمجمة - أو بالأحرى دماغ متحجر (أمر نادر بكل المقاييس). كما أدرك دارت من أول نظرة أن هذا لم يكن دماغ قرد اعتيادي، فقد بدا أكبر من دماغ قرد السعدان بثلاثة أضعاف بل وحتى أكبر بكثير من دماغ قرد الشمبانزي البالغ.

كان شكل الدماغ مختلفاً بدوره عن دماغ كل قرد سبق أن درسها دارت. الدماغ الأمامي بدا كبيراً وبارزاً بحيث غطى الدماغ الخلفي، فكان أقرب إلى دماغ الإنسان ومع ذلك لم يكن بشرياً كاملاً بالتأكيد. لا بد أنه كان حلقة وصل بين القرد والإنسان.

بحث دارت بجمجمة خلال الصندوق عليه يعبر على ججمحة تطابق هذا الدماغ، فيمكنه بعدها تركيب وجه على هذا المخلوق. لحسن حظه، عثر على حجر كبير يحتوي على انخفاض احتله قالب الدماغ تماماً. وقف دارت متسمراً في غرفة الحارجي وهو يمسك بقالب الدماغ والصخرة الحاوية على الججمحة لفترة طويلة من الزمن بحيث تأخر عن حفل الزفاف الذي حرص على حضوره.

قضى دارت الأشهر الثلاثة اللاحقة وهو يفترسَ بستان وصبر المادة الصخرية التي غطّت الججمحة الحقيقية، مستعملاً إبر الخياطة الحادة لزوجته. قبل يومين من عيد رأس السنة، ظهر وجه طفل للعيان، تماماً ومزوّداً ببطقم كامل من أسنان الحليب وأضراس نهائية لا تزال في طور الانبعاث. لقد عادت ججمحة دماغ تاوونغ، إذن، إلى طفل بدائي شبيه بالبشر.

كتب دارت لفورة مقالاً إلى مجلة *Nature* أو «الطبيعة» واصفاً اكتشافه للشبه البشري البدائي early humanoid، ومظهراً فيه كيف أن تركيب ارتباط الدماغ والحلب الشوكي قد دلَّ بشكل واضح على انتصاب الطفل على قدميه أثناء المشي. نادى دارت باكتشافه لـ«حلقة الوصل المفقودة» التي أظهرت الكيفية التي تطور بها الإنسان من القردة في السهل الإفريقي.

لم يكن المجتمع العلمي بالتأثير ولا بال conviction إزاء وصف دارت. بقي جميع علماء أوروبا مشككين في صحته إلى أن اكتشف الاسكتلندي المرموق روبرت بروم Robert Broom ججمدة إفريقيَّة ثانية عام 1938م ساند بها اكتشاف سلفه دارت ورسخه.

حقائق طريفة، آمن داروين بأن أشباه البشر humanoids ظهرت أول ظهور لها في إفريقيا. لم يصدقه أحد لخمسين عاماً، حتى كشف دارت الستار عن ججمته الشهيرة عام 1924م.



## نظريّة الكمّ

### Quantum Theory

سنة الاكتشاف 1925م

ما هذا الاكتشاف؟ نظام رياضي يصف سلوك العالم بدون ذري وصفاً دقيقاً

من الاكتشاف ماكس بورن Max Born

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

في العشرين سنة الأولى من القرن العشرين، أحدث الاكتشاف المذهل للعالم بدون ذري ضجة كبيرة في علم الفيزياء. قبل زمن بعيد، حيث الميكروسكوبات لم تكن من القوة ما يمكن للباحثين من مشاهدة الذرة، استعمل العلماء المبادئ الرياضية لجس العالم بدون ذري للإلكترونات والبروتونات و دقائق ألفا وبيتا.

قدّم العديد من الباحثين المشهورين أمثل ألبرت آينشتاين، فيرنر هيزنبرغ، ماكس بلانك، باول ديراك وآخرين نظريات لشرح هذا الفرع العلمي الجديد والغريب. ولكن دون جمع فطاحل العلم هؤلاء، حظي الرجل الرزين البسيط الذي يُدعى ماكس بورن بشرف اكتشاف نظرية كمية موحدة وصفت العالم بدون ذري بشكل نظامي ورياضي.

كانت هبة ماكس بورن للعالم عبارة عن حقل جديد شاسع من الدراسة نسميه «ميكانيكا الكم»، يُعد أساساً لجميع علوم الفيزياء الذرية والنوية الحديثة وميكانيكا الحالة الصلبة. إنه بفضل من ماكس بورن يمكننا الآن أن نصف عالم الجسيمات بدون ذرية وصفاً كميّاً من نوعه.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

نشر آينشتاين نظرية النسبية العامة في عام 1905م. هكذا، وطوال آخر عام ونصف من دراسته الجامعية، عاش طالب الرياضيات بجامعة غوتنغن وبالغ من العمر خمساً وعشرين سنة ماكس بورن Max Born، عالماً يُصبح بأعاجيب وتطبيقات ومكامن النظرية الجريئة والثورية لأينشتاين.

و هو يعاني مرارة خيبة الأمل لعجزه عن إيجاد منصب بعد التخرج يتسمى له من خلاله

إنما دراساته حول العالم الدون ذري، عاد بورن أدرجها إلى بيته ليعمل وحيداً في غرفة تفوح منها عبق ذكريات الطفولة والصبا، وعلى طاولة استعملها يوماً ما لتأدية واجباته البيتية. فقضى ماكس بورن عامين كاملين وهو يحاول تطبيق تعاليمه الرياضية على مسائل النسبية الدون ذرية كما وصفت في نظرية آينشتاين، توجّهما باكتشاف طريقة مبسطة وأكثر دقة لحساب الكثافة الضئيلة للإلكترون.

نشر بورن تقريراً علاًحظاته تلك، وحظي وراءها منصب مستدِّم في جامعة غوتينغن. ولكن لم ينقض أسبوعان على مباشرته بعمله، حتى تَبَعَّدَ المنصب بين يديه من جديد. فخرج بورن على بيته ثانية من أجل سنة أخرى كاملة من الدراسة المستقلة وتقرير ثانٍ يصف مراجعة منه للتطبيقات الرياضية لنظرية آينشتاين، قبل أن يُمنح منصباً تدرِّيسياً بجامعة المذكورة.

على أية حال، كان التمويل البُحثي الوحيد في الجامعة مُخْصِّساً لدراسة الطاقة الاهتزازية في البلورات. مثلاً بخيه أمل جديدة وشعور بالإقصاء عن فرصة ثمينة لاقتاص تركيب الذرة، بدأ بورن بدراسةه عن البلورات. على مر خمسة أعوام، قام بورن ومعاونَيْن له بجمع وإلغاء وقطع (إلى شرائح وتدية برقة الورق) ودراسة وقياس وتحليل للبلورات.

في عام 1915م، انتقل بورن إلى جامعة برلين للعمل مع عملاق الفيزياء ماكس بلانك Max Planck. كان بلانك وأينشتاين في معمعة سباقهما لفك طلاسم العالم الدون ذري وفهم أغزاه. ومن جانبه أتى بورن بتفوقه الرياضي وفهمه للبلورات لمساعدة هذين الرجلين في مجدهما الجهيد. لقد كانت تلك حالة كلاسيكية ليكون أخيراً في المكان المناسب بالوقت المناسب وبالخلفية المناسبة.

تكاثرت النظريات المقدمة لشرح السلوك الخاص من نوعه للجسيمات الدون ذرية. لكن لم يتمكن أحد من تقديم الحسابات التي تثبت وتصف هذه النظريات، فخيّمت المسألة بلغزها الدفين على أعظم العقول وأنبغها في عالم العلوم لمدة تصاهي العشرين عاماً.

خطَّرَ على بال بورن بأن ما شاهده الفيزيائيون من تعقيد واضطراب في ظواهر الكَمْ الخاصة بالإلكترونات يشابه إلى حد كبير سلوك البلورات التي درسها لمدة خمسة أعوام مضت.

وفي عام 1916م، باشر بورن بتطبيق ما تعلّمه عن البلورات على المسألة العددية الجسيمية والمعقدة التي أحاطت بالجسيمات الدون ذرية. فمدّ هذا العمل بالأدوات الرياضية

المادة أقصى حدود تعدداتها، ممتدًا بدوره على مرتسع سنوات من العمل الدؤوب على السبورات ودفاتر الملاحظات والمساطر الحاسبة.

وأخيرًا في عام 1925م، أهْيَ بورن عمله عن الـ *Zur Quantenmechanik* أو «عن ميكانيكا الكم» - العبارة التي لم تستعمل قط من قبل. انفجر هذا التقرير بعمق الوسط العلمي، مرسيًا الأساسيات التي تحدث عنها آينشتاين وبلانك وديراك ونيلز بور وهيرمان منكوفسكي وهايزنبرغ وآخرون، بطريقة رياضية واضحة. كما فسر ووصف العالم بدون ذري المدهش بشكل صائب وسليم.

أصبح «ميكانيكا الكم» اسمًا لعالم جديد من الدراسة يركّز على وصف الظواهر بدون ذرية وصفاً كميًّا، ويشغل فيه ماكس بورن منصب المؤسس.

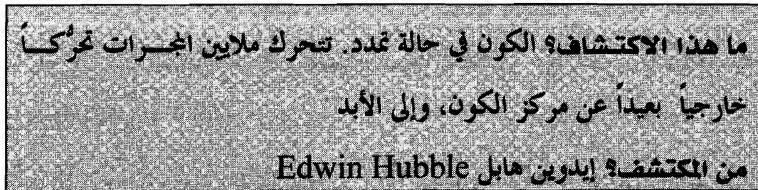
حقائق طريفة؛ في عالم الكم الغريب، لا تُطبّق العديد من قوانيننا «الاعتيادية». هناك، تتوارد الأجسام (كالإلكترونات) بانظام في مكائن مختلفين بالوقت ذاته، دون الإخلال بأي من قوانين الكم.



## الكون المتمدد

### Expanding Universe

سنة الاكتشاف 1926م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

يصنف الاكتشافان التوأمان هابل (هناك العديد من المجرات في الكون - ليست درب  
البيانة فقط - وبأن جميع تلك المجرات تنتقل خارجاً، ممددة بالكون) ضمن أهم الاكتشافات  
الفلكلية بالقرن العشرين. غير هذان الاكتشافان نظرة العلم إلى الكون ومكانتنا فيه تغييراً  
جدرياً، كما ويمثل عمل هابل أول تقييم دقيق لحركة النجوم والمجرات.

اكتشاف أن الكون يتسع ويغير إلى الأبد سمع للعلماء لأول مرة بالتفكير في ماضي  
الكون، فقد مباشرة إلى اكتشاف الانفجار الكبير ونشأة الكون، وكذلك مفهوم جديد  
للزمن ولمستقبل الكون.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1923م، كان إيدوين هابل Edwin Hubble ذلك الفلكي الطويل القوى  
العربيض المنكبين في الثالثة والثلاثين، الذي فرض نفسه، قبل عشرة أعوام تقريباً، ملاكمًا  
محترفاً على حلبة علم الفلك. ففي عام 1920م، تم توظيف هابل لتكميله وتشغيل  
التلسكوب الجبار ذو المائةإنش لمرصد جبل ويلسون بكاليفورنيا - أعظم تلسكوب بالعالم.

بمطلع القرن العشرين، كان من المعتقد أن الكون يحوي مجرة واحدة - درب البيانات -  
إضافة إلى نجوم مبعثرة وسُدم تعطف حول حواجزها. قرر هابل أن يستعمل التلسكوب  
العملاق ذا المائةإنش لدراسة بضعة من هذه السُدم، وأختار الأندروميدا Andromeda  
أول هدف له - فتوصل إلى أهم اكتشافين فلكيين في القرن العشرين.

أظهرت القدرة العالية لهذا التلسكوب العملاق هابل أن الأندروميدا ليست سحابة

من الغاز (كما كان معتقداً)، بل عنقوداً كثيفاً من ملايين النجوم المنفصلة! فقد بدت أكثر وكأنها مجرة منفصلة بحد ذاتها.

بعدها حدد هابل موقع بضعة من النجوم القيفاوية Cepheid stars ضمن الأندروميدا. القيفاويات نجوم نابضة، تُعتبر ضربة نبضها مقياساً للكمية المطلقة من الضوء المنبعث عن النجم. فبقياس سرعة نبضها وكميتها الظاهرية من الضوء، يستطيع العلماء أن يحددوا بعد المضبوط للنجم.

تقع الأندروميدا على بعد 900000 سنة ضوئية عنا، وهذا ما أثبت هابل بأنها مجرة منفصلة - فهي من بعد بحيث لا يمكن أن تكون جزءاً هديباً من درب التبانة.

في غضون ستة أشهر، كان هابل قد درس وقاد ثمانية عشر سُدُّماً آخر. كانت جميعها مجرات منفصلة ضمن مدى خمسة إلى مائة مليون سنة ضوئية عن الأرض. انصدم الفلكيون لدى معرفتهم بأن الكون من الكبر بحيث يحتمل أن يحتوي آلفاً من المجرات المنفصلة.

لكن كانت تلك لا تزال البداية مع هابل. فقد لاحظ بعدها انزياحاً أحمر دائماً خلال دراسته للضوء المنبعث من هذه السُّدُّم البعيدة.

سبق للعلماء أن اكتشفوا أن كل عنصر (الهيليوم، الهيدروجين، الأركون، الأوكسجين... الخ) كان دائماً ما يبعث بالطاقة ضمن نظام ميّز من ترددات معينة تدل على تواجده. فلو عملوا تصويراً طيفياً (جدولاً من الطاقة المشعة بكل تردد على حدة) للضوء المنبعث من النجم، فإن خطوط الجدول كانت ستخبرهم أي من العناصر موجودة في النجم وبأية كميات نسبية.

وجد هابل جميع الخطوط الطيفية الشائعة للهيليوم والهيدروجين ومثيلاتها من العناصر الموجودة انتيادياً في نجم ما، لكنها كانت على ترددات أقل بقليل من الترددات الطبيعية. وهو ما يسمى بالانزياح الأحمر نظراً لأنزياحاً لون ترددات الضوء المرئي عند تقليلها نحو الأحمر. ولو زيد تردداته، فإن اللون ينحرف نحو الأزرق (انزياح أزرق).

خلال العامين التاليين، أجرى إدوين هابل اختبارات شاقة على العشرين مجرة التي اكتشفها. وجد بأن كل واحدة منها (عدا الأندروميدا) كانت تتحرك بعيداً عن الأرض،

وما أضاف على غرابة الأمر أنها كانت تتحرك بعيداً عن بعضها البعض كذلك. فكل مجرة درسها كانت تبعد باستقامة نحو الفضاء المفتوح بسرعة تتراوح بين 800 إلى 50000 كم/ثا!

إذن، يتمدد الكون ويكبر في الحجم كل ثانية بينما تتتساق المجرات بعيداً. إنه ليس بالشيء الساكن الذي لا يتغير منذ بداية الزمن، بل في كل لحظة مختلف الكون عن كل ما كان عليه في السابق.

بهذا، اكتشف أيدوين هابل أعظم اكتشافين فلكيين في القرن العشرين\*\*.

حقائق طريفة؛ نظراً لأن الكون يتمدد، فإن كل مجرة في الوجود تتحرك بعيداً عن مجرتنا درب التبانة - عدا واحدة. تتحرك الأندروميدا، أقرب جاراتنا، على مسار تصادمي مع درب التبانة. لا تقلق! فالتصادم لن يحدث لبضعة ملايين من السنين.



---

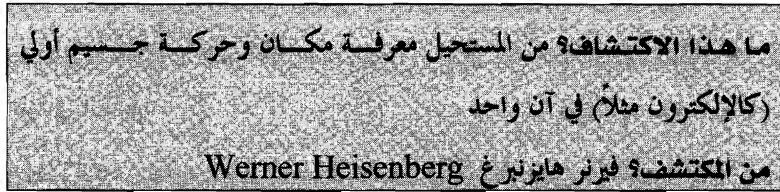
\* كان قد سبق لأينشتاين أن تبأ على ضوء نظرية النسبية العامة بأن الكون ليس بالساكن، بل إما في حالة تمدد أو تقلص. لكنه رفض تصديق معادلاته بنفسه، وابتكر ما أسماه الثابت الكوني cosmological constant للتخلص من هذه المشكلة. عندما سمع أينشتاين عن اكتشاف هابل المفضي بتمدد الكون، اعترف بأن تلاعبه بمعادلاته كان «الخطأ الأفدح في حياته» - المترجم.

\*\* رغم ذلك، فشل هابل في محاولاته لإقناع لجنة نوبل في إدراج الفلك ضمن الفروع المعتمدة لمنح الجوائز، والتي حصرها السير ألفريد نوبل في خمسة، هي: الطب أو الفسلجة، الأدب، الكيمياء، الفيزياء، والسلام (ثم أضيف الاقتصاد عام 1968 من قبل بنك السويد). بعد وفاته بفترة وجيزة، اقتصرت اللجنة في إدراج الفلك ضمن فرع الفيزياء، وبالتالي ضاعت على هابل جائزة نوبل - كما ضاعت جنته بعد وفاته عام 1953م، إذ لم يقم له أي مأتم ورفضت زوجته الكشف عن مصير جنته - المترجم.

## مبدأ اللادقة

### Uncertainty Principle

سنة الاكتشاف 1927 م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

اكتسب فيرنر هايزنبرغ شهرة عالمية لاكتشافه مبدأ اللادقة، الذي يفيد باستحالة تحديد كل من مكان وزخم (حركة) جسيم أولى في الوقت ذاته طالما أن الجهد المبذول لتحديد أحدهما سيغير من الثاني بطرق لا يمكن التنبؤ بها. كانت هذه النظرية المخورية بمثابة نقطة انعطاف كبرى في حقل العلم، فللمرة الأولى لم يعد ممكناً قياس ومراقبة العالم بدقة وكمال. بنقطة معينة، أظهر هايزنبرغ أنه كان على العلماء أن يخطوا للوراء ويأخذوا بالمعادلات الرياضية التي تصف العالم عن ثقة.

\*أو هي مبدأ اللادقة هايزنبرغ كذلك من مكانة تمتت بها نظرية «السبب والنتيجة» على مر أكثر من 2500 سنة، بوصفها اللبنة الأكثر أساسية والتي لا نقاش عليها في منظومة البحث العلمي. فعلى مستوى جسيم أولى، كان لكل سبب احتمال ثابت واحد فقط لاستحداث تأثير ما متوقع.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

فالتَّحَا صندوق البريد بمعرله الكائن ببيلفولاند - ألمانيا في ذلك اليوم الخريفي من عام 1926م، وجد فيرنر هايزنبرغ Werner Heisenberg رسالة من الفيزيائي الشهير ماكس بلانك. تلألأت أحرف الرسالة في عيني هايزنبرغ وهي تصف مديح كاتبها وإعجابه

\* نظرية السبيبية causality التي جاء بها أسطو والتي تفيد بضرورة العلاقة بين حدث (يدعى السبب) وآخر يترتب عليه مباشرة (يدعى الأثر أو النتيجة). عمل عليها وطور فيها العالم ماكس بورن سنة 1949م - المترجم.

بتقرير الأخير الذي قدّم فيه مفهوم «ميكانيكا المصفوفات matrix mechanics». لقد كانت تلك خامس رسالة مباركة يتلقاها من فيزيائي مشهور خلال ذلك الأسبوع.

كانت كل رسالة من جانبها تفتّج بميكانيكا المصفوفات هايزنبرغ وتحدث عن «واسع إمكانياً». فقد دعاها أصحاب الرسائل بـ«الجديدة والمشيرة» وكذلك بـ«العظيمة القيمة».

لكن هذه الرسائل كلها لم تشف من الشعور العميق بالقلق والاضطراب الذي اضطرب في نفس هايزنبرغ. فهناك، مدفوناً تحت ركام معادلات المصفوفية، عشر هايزنبرغ على ما اعتقد أنه بعبادة حد قاسٍ للعلم. توجس عميق هدَّ أسس المعتقدات العلمية هايزنبرغ، إذ لو ثبتت صحة هذه الفكرة القاتمة، وكانت تلك المرة الأولى التي يقال للعلم فيها: «من الاستحالة أن تكون دقيقة»، أو أنه قد وصل جداراً يستحيل عليه ارتقاء.

كان الجدل الأكبر في الفيزياء آنذاك دائراً حول شكل النزرة. هل كانت عبارة عن كرّة من البروتونات محاطة بأغلفة من جسيمات الإلكترون، كما نادى بذلك نيلز بور، أم هل كانت الإلكترونات حقاً موجات من الطاقة تسري حول النواة المركزية، كما افترض آخرون؟ ارتأى هايزنبرغ أن بعض الطرف عن هذه التضاربات النظرية وأن يبدأ بما كان معروفاً - عندما تهيّج الإلكترونات (مهما كانت)، فإنها تحرر كموماً من الطاقة بترددات خاصة مميزة. قرر هايزنبرغ أن يقيم معادلات لوصف وتوقع الحاصل النهائي، أي الخطوط الطيفية لهذه الطاقة المشعة.

جأ هايزنبرغ إلى تحليل المصفوفات matrix analysis لمساعدته على اشتغال معادلات بمصطلحات كالتردد والموقع والزخم، إلى جانب طرق دقيقة للتحكم بها رياضياً. فجاءت معادلات بنتائج جيدة، ولكنها بدت غريبة وصعبة التطبيق.

مشككاً بقيمتها، أرسل هايزنبرغ بنسخة عن التقرير النهائي (قبل أن يقدم على حرقه تقريراً) إلى شخص طلما درس معه ووثق فيه، وولفغانغ باولي Wolfgang Pauli. أدرك باولي في الحال قيمة عمل صاحبه هايزنبرغ وأعلمَ الفيزيائيين الآخرين بأمره.

عاد اكتشاف هايزنبرغ - ميكانيكا المصفوفات - بشهادة فورية على صاحبه. ولكن كان هايزنبرغ قد ضاق ذرعاً بما حدث عند إكماله لحساباته المصفوفية، التي أظهرت إمكان تأثير قيمة موقع جسيم ما على القيمة المستعملة لزخمته (حركته)، والعكس بالعكس.

بينما لم يكن التعامل مع عدم الدقة جديداً من نوعه، ولكن كان جديداً عليه أنه كلما عرف مصطلحاً بشكل أفضل، كلما قلل ذلك من دقة معرفته بالآخر. فبتتحديد الموضع بشكل أحسن، قلَّ تحديده للزخم، وكلما زادت دقة في تحديد للزخم، قلَّ معرفته بالموضع.

اكتشف هايزنبرغ مبدأ اللادقة مصادفةً، فكان الاكتشاف الكاسح الذي حطم التصور بعالم حتمي وكامل التقدير. على حين غرة، أحاطت حدود مقدرة العلم على القياس واللاحظة. وللمرة الأولى، تواجهت الواقع لا يمكن للعلماء ارتياهها، وأحداث لا يمكنهم رؤيتها أبداً. أصبح «السبب والنتيجة» «سبباً وفرصة بالنتيجة»، فطعن التوجه الأمثل إلى دراسة الفيزياء في الصميم، وغيرَ إلى الأبد. أما البحث فقد أصبح أكثر تعقيداً في وقت فتحت فيه أبواب ودروب جديدة للفهم والتقدم.

منذ ذلك الحين، ومبدأ اللادقة هايزنبرغ يعتبر أساساً موجهاً للبحث الجسيمي على اتساعه\*\*.

حقائق طريفة: كانت الدروس المفضلة إلى فيرنر هي الرياضيات والفيزياء والدين، ولكن كانت درجاته متذراً بكل المواد في المدرسة. في الحقيقة، كانت قابلاته الرياضية من القوة بحيث كان يعلم أحد أصدقائه العائلة يدرس الحساب في الجامعة. كان ذلك عام 1917 م، عندما لم يكن هايزنبرغ قد تعدى السادسة عشرة من عمره.



\*\* في الحقيقة، عمِّ هايزنبرغ مبدأ المدهش على الطبيعة أيضاً، مما أضفى عليه وعلى ميكانيكا الكم بعداً فلسفياً مثاليَاً، على خلاف الفلسفة الواقعية التي آمن بها معاصره - وعلى رأسهم آينشتاين. ففي عالم هايزنبرغ، لم يعد المراقب (المحرب) حيادي الموقف موضوعياً، بل جزءاً من الواقع المراقب. أو بالأحرى الواقع هو ما يُراقب و يُلاحظ دون كيان مستقل خارج الإدراك البشري. فلا حركة موضوعية للإلكترون حول النواة ولا قمر موجود إن لم ينظر إليه أحد، لكن دائماً مع احتمال العكس أيضاً. في هذا التناقض تكمن فلسفة اللادقة، والتي كان آينشتاين ونظريته النسبية من أشد خصومها. معروف عن آينشتاين قوله: «الكبير (يقصد الله) لا يلعب الترد»، فحاول طوال حياته الإثبات بنظرية موحدة (النسبية والكم) ولكن دون أن يوفق في مسعاه، لتأمل النظريتان في تناقض دائم إلى يومنا هذا - المترجم.

## سرعة الضوء

### Speed of Light

سنة الاكتشاف 1928 م

ما هذا الاكتشاف؟ السرعة التي ينتقل بها الضوء - ثابت عالي (عام)

من المكتشف؟ ألبرت ميكلسون Albert Michelson

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

بأواخر القرن التاسع عشر، كان اكتشاف سرعة الحقيقة للضوء يحظى بالقليل من الأهمية نظراً لتفرد الفلكيين باستعمال هذا الرقم (تقاس المسافات عبر الفضاء بالسنوات الضوئية light-years أو - المسافة التي يقطعها الضوء في مدة سنة واحدة). وطالما كانت قياساتهم مجرد مقاربات بأية طريقة أخذت، فقد قبلوا الخطأ بنسبة ٥٪ (أو حتى ١٠٪) من قيمة سرعة الضوء.

جاء بعدها ألبرت آينشتاين ليقدم معادلة الطاقة-المادية الشهيرة،  $E = mc^2$ ، التي رفعت من أسهم سرعة الضوء (س) في الحال - باعتبارها ضرورية في عدد ضخم من الحسابات - وقفز اكتشاف قيمتها الحقيقة إلى قمة الأولويات. أصبحت سرعة الضوء إحدى أهم قيمتين ثابتتين في الفيزياء برمته<sup>\*</sup>، واستُعْظِمَ الخطأ فيها بنسبة ١٪ (أو حتى ٠٠١٪)، فأصبح غير مقبول فجأة في حسابات الفيزياء.

لكن كانت هناك عقبات جمة في طريق اكتشاف السرعة الحقيقة للضوء - سرعة أكبر من أن تقيسها أية ساعة كانت أو يقتصاها أي جهاز كان. ابتكر ألبرت ميكلسون بعض أجهزة دقة جديدة وكان، بعد خمسين عاماً من المحاولات المتكررة، أول إنسان يقيس سرعة الضوء بدقة وإحكام. منح هذا الاكتشاف صاحبه أول جائزة نوبل تُعطى لفيزيائي أمريكي<sup>\*\*</sup>.

\* لعل الآخر هو ثابت الجذب العام لنيوتون أو ثابت بلانك - المترجم.

\*\* على أية حال، حصل ميكلسون على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1907م، أي على سابق محاولاته وأكتشافاته في مجال البصريات (خصوصاً تجربة ميكلسون-مورلي الشهيرة، التي دحضت مفهوم الآثير) - المترجم.

## كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان هذا مثلاً لاكتشاف يعتمد على ابتكار تكنولوجيا ومعدات جديدة - تماماً كاعتماد غاليليو على ابتكار التلسكوب في اكتشافه لأقمار الكواكب الأخرى.

في عام 1928م، كان العجوز ألبرت ميكلسون Albert Michelson (74 عاماً) يكافح للقيام بآخر محاولة لقياس سرعة الضوء واكتشاف القيمة الحقيقة لـ(س) في معادلة آيشتاين الشهيرة. كان قد سبق له أن صمم وموّل وأنجز العديد من المحاولات على مرّ حسنين عاماً فائتاً. أما هذه المرة، فقد عقد ميكلسون عزمه على قياس سرعة الضوء بخطأ لا يتعدي 0,001%. تلك القيمة ستكون من الدقة ما يوافيها بأغراض الحسابات الهمة للفيزياء النوروية.

قبلها بأربع سنوات، استعان مايكلسون بصانع الجiroskop \*\*\* المشهور، إيلمر سبيري Elmer Sperry، ليطّور على المعدات المتوفرة لقياساته. والآن في عام 1928م، كانت ثالث وأخر دفعة من التطويرات قد أجريت على المعدات، مُثلّة باسطوانة ذات ثنائية أضلع تم تحملها تواً في صندوق شحن محشو جيداً، ليصعد بها على الطريق التراوي الوعر المؤدي إلى قمة جبل بالدي بكاليفورنيا - مكان اختبارات ميكلسون.

لم تكن التجربة التي عمل ميكلسون على تصميمها بالمعقدة. إذ أنّار ضوءاً على هذه الاسطوانة الصغيرة المروّدة بمرآة، بينما تدور بسرعة عالية بفعل محرك (اخترعه سبيري أيضاً) بمقدوره الحفاظ على سرعة مضبوطة للدوران. في نقطة ما عند استدارتها، كانت المرأة ستصطف تماماً لعكس هذه الحزمة الضوئية باتجاه مرآة مقوسة ساكنة بآخر الغرفة. على أية حال، كانت المرأة الدائرة ستعكس الضوء على المرأة الساكنة لجزء صغير جداً من الثانية قبل أن تواكب دورانها بعيداً عن هذه نقطة.

و هكذا حصلت هذه المرأة المعلقة بالحائط الخلفي للغرفة على نبضات قصيرة من الضوء من كل وجه من أوجه المرأة الدائرة. انعكست كل نبضة من خلال عدسة تركيزية، لتخرج عبر فتحة في الجدار وتتنطلق لمسافة 22 ميلاً إلى جبل سان أنطونيو. هناك، ارتدت بعد ارتطامها بمرآة، لتعبر من خلال عدسة تركيزية ثانية فتعود مباشرة إلى جبل بالدي. هنا، وقعت نبضة الضوء على مرآة الجدار الخلفي من جديد، وأخيراً انعكست راجعة إلى الاسطوانة الدائرة.

---

\*\*\* الجiroskop gyroscope هو جهاز لقياس الاتجاه أو الحفاظ عليه، طبقاً لمبادئ السرخم الزاوي - المترجم.

رغم أن كل نبضة من الضوء كملت رحلة الأربعة والأربعين ميلاً هذه بأقل من 4000/1 من الثانية، إلا أن الاسطوانة كانت تدور بعض الدوران في وقت رجوع كل نبضة ضوئية من جبل سان أنطونيو، فانعكس الضوء الراجع عن المرأة الدائرة وارتطم ببقعة من جدار الكوخ. وبقياس الراوية من الاسطوانة لهذه البقعة، تكون ميكلسون من تحديد المسافة التي دارت بها الاسطوانة في الوقت الذي أكملت فيه نبضة الضوء رحلتها، والذي مكن ميكلسون بدوره من تحديد السرعة التي انتقل بها الضوء.

بينما يبدو كل شيء بسيطاً في هذه التجربة، إلا أنها عنّت أعواماً من العمل لتحسين المعدات الضرورية لإجرائها. فقد صنع سبيري ضوءاً أفضل يستطيع الانتقال 44 ميلاً، كما صنع محرك دفع أكثر دقة بحيث يعلم ميكلسون بالضبط السرعة التي كانت الاسطوانة الصغيرة تدور بها في كل مرة.

صمم سبيري عدسات تركيزية ملساء أكثر، وكذلك اسطوانة أفضل مزودة بمرآة أحسن - بحيث لا تتمايل أو تتشوه جوانبها المرأوية بفعل القوى الهائلة للدوران على السرعة.

بمجرد تشغيل ميكلسون للمحرك والضوء، انطلق السيل الضوئي خارجاً إلى جبل سان أنطونيو ومن ثم رجع، ارتطم بالاسطوانة الدائرة وسقط على الجدار البعيد - كل هذا بأسرع من تدارك البصر.

من سرعة دوران الاسطوانة وموقع تلك الإشارة على الحائط، حسب ميكلسون سرعة الضوء تكون 186284 ميلاً للثانية - مخالفًا التقدير الحديث بـ 2 ميل/سا فقط، وهو خطأ أقل من 0,001%. بفضل هذا الاكتشاف، تكون العلماء في حقول الفيزياء والفيزياء النووية وفيزياء الطاقة العالية من الاستمرار بمحاسبات أدت إلى الطاقة والأسلحة النووية.

حقائق طريفة، منتقلة بسرعة الضوء، تستطيع سفينتك السفر من نيويورك إلى لوس أنجلوس\*\*\*\* 70 مرة بأقل من ثانية واحدة، أو يمكنك الاستفادة من هذه الثانية الواحدة لتقوم بسبع رحلات ونصف حول الأرض بمستوى خط الاستواء.



---

\*\*\*\* تبلغ سرعة الضوء في الفراغ حسب التقدير الحالي  $299792458$  م/ثا بالضبط، أي حوالي  $300000$  كم/ثا كأقرب تقدير - المترجم.

\*\*\*\*\* حوالي 2451 ميل (3944 كم). وهي ذات المسافة بين بغداد وجزائر العاصمة، أو بيروت والرباط تقريباً - المترجم.

## البنسلين

Penicillin

سنة الاكتشاف 1928 م

ما هي الاكتشاف؟ أول مضاد حيوي متوازن تجاري

من المكتشفه الكسندر فليمينغ Alexander Fleming

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

أنقذ البنسلين حياة ملايين من الناس - عشرات الآلاف خلال الحرب العالمية الثانية وحدها. بوصفه أول مضاد حيوي يحارب البكتيريا والعدوى بنجاح، اعتبر البنسلين علاجاً إعجازياً لعديد من الأمراض القاتلة المشفية في أوائل القرن العشرين.

أوجد البنسلين ذخيرة جديدة بالكامل من الأدوية في جعبه الأطباء لخباره المرض والعدوى، وفتح الباب على مصراعيه لعوائل وأجيال جديدة من أدوية المضادات الحيوية. استهل البنسلين الصناعة الراحلة والواسعة للمضادات الحيوية وأعلن عن عصر جديد من الطب.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1928م، منح ألكسندر فليمينغ Alexander Fleming، الإسكتلندي المولود والبالغ من العمر سبعة وأربعين عاماً، منصب رئيس البايكيميات بمستشفى سانت ماري بلندن، ومنح معه مختبراً في الدور السفلي مدموساً خلف غرفة الغلاية boiler room.

كونه المختص بعلم البكتيريا ضمن هيئة موظفي المستشفى، قام فليمينغ باستزراع البكتيريا في صفائح زجاجية مدورة صغيرة لأغرض الدراسة والتجارب. وباستعمال كميات مجهزة من البكتيريا (عادة ما جمعت من المرضى)، كان فليمينغ يستزرع ما يكفي من كل من هذه الأنواع البكتيرية لتحديد سبب المرض والطريقة الفضلية لخمارنة العدوى. أطاق صغيرة من البكتيريا القاتلة من النوع المكور العنودي staphylococci والمكور العقدي pneumococci والمكور الرئوي streptococci كانت مصفوفة ومُعثثنة على طاولة المختبر الوحيدة المتداة على طول مختبر فليمينغ.

كانت العفون تشكل الضرر البالغ الأوحد لسير عمل فليمينغ بالمخبر. كان مخبر فليمينغ متوارياً بين كونه مفتوحاً أمام تيارات الهواء الخارجي ومغلقاً ياحكام بحيث لا تغير في هويته، وذلك اعتماداً على حالة الطقس ومستوى نشاط وعمل الغلاية في الغرفة المجاورة. كانت هويته الوحيدة تأتي من نافذتين على مستوى أرضي تفتحان على حدائق المستشفى. فكانت نسائم المساء تنفث بالأوراق والغبار وأنواع كثيرة من العفون الهوائية خلال هاتين النافذتين. لقد بدا مستحيلاً من العفون من الانجراف إلى الداخل وبالتالي تلويث معظم البكتيريا التي حاول فليمينغ استرها عنها.

في الثامن من أيلول (سبتمبر) من عام 1928، غاص قلب فليمينغ حسرة عندما أدرك أن طبقاً معتبراً من البكتيريا المكورّة العقدية الصافية (والميتة) قد دمره عفن أخضر غريب. لا بد أن العفن كان سابحاً في الهواء ودخل الطبق في وقت ما مبكر من مساء اليوم الثالث وبدأ يتضاعف من حينها. فقد غشي العفن الأخضر نصف الطبق الآن.

نخر فليمينغ وتنهّأ أمام هذا الحدث - ثم فجأة، تسمّر في مكانه. فحيث ثما هذا العفن الأخضر، اختفت البكتيريا المكورّة العقدية ببساطة، بل وحتى البكتيريا على بعد سنتيمترتين من العفن بدت على غير عادتها شفافة ومعلولة.

أي نوع من العفن أمكنه أن يحطم واحداً من أكثر أنواع بكتيريا تلامساً وضراوة وفتكاً على وجه الأرض؟ لم يعرف الإنسان مادة يمكنها أن تحارب المكورات العقدية بهذا النجاح!

استغرق فصل واسترداد العفن الأخضر القاسي أسبوعين اثنين، ليتعرف فليمينغ على: *Penicillium notatum*. وخلال شهر من الزمان كان قد اكتشف أن العفن يفرز مادة تقتل البكتيريا، فسماها *Penicillin* أو « البنسلين ».

خلال تجارب أطباق الاسترداد، اكتشف فليمينغ أن البنسلين يمكنه أن يقضي بسهولة على جميع البكتيريا الميتة المعروفة - المكورات العقدية، المكورات العقدية، المكورات الرئوية، بل وحتى الأشد ضراوة من الجميع، عصيات الخناق *bacilli of diphtheria*. البكتيريا الوحيدة التي حاربها البنسلين ولكن دون أن يتمكن من القضاء عليها، كانت البكتيريا الضعيفة والحساسة المسيبة للأنفلونزا\*.

---

\* المقصود هنا بكتيريا الهموفيلس *Haemophilus influenzae* - المترجم.

قضى فليمينغ ستة أشهر في تحريب البنسلين على الأرانب للتأكد من سلامة الدواء للاستعمال البشري، قبل أن يصرّح عن اكتشاف عفنه المعجزة الذي حلّته أنسام المساء الخريفية عبر النافذة المفتوحة لمختبره. كان ذلك في أواخر عام 1929.

على أية حال، كان البنسلين بطى النمو صعبه. كان يعمل الأعاجيب في تأثيره ولكنه كان متوفراً بكميات من القلة ما حد من فوائده العملية. جاء عام 1942م بالفرج، حين قامت الباحثة البريطانية دوروثي هوجن Dorothy Hodgkin بتطوير عملية جديدة، تدعى تصوير البلورات بالأشعة السينية crystallography X-ray، لفك تركيب جزيئة البنسلين. فقد استغرقت خمسة عشر شهراً واستهلكت آلافاً من صور الأشعة السينية للجزيئات في بلورة البنسلين لتعرف على كل من الخمس والثلاثين ذرة في جزيئة البنسلين الواحدة. حازت الدكتورة هوجن على جائزة نوبل عام 1964م لقاء عملها ذاك.

تمكن الطبيبان الأميركيان هوارد فلوري Howard Florey وإرنست تشاسين Ernst Chain من استعمال خريطة هوجن لإنتاج جزيئات البنسلين صناعياً وياتسج جاهيري واسع النطاق بدأ عام 1943م. احتفاءً بجهودهما، منح فلوري وتشاسين جائزة نوبل في الطب عام 1945م مناصفة مع الكسندر فليمينغ، مكتشف البنسلين\*\*.

حقائق طريفة، كان الباحثون الأميركيون في بوريا بولاية إلينوي أول من استطاع تطوير الإنتاج التجاري للبنسلين، حيث اتضح أن اثنين من الأطعمة المفضلة لدى فطر البنسلين هما سلالة من الذرة الخلية لإلينوي وشمامات عفنة أعطيت من قبل سوق في بوريا. ساعدت هذه القواعد الغذائية الباحثين على زيادة إنتاجهم للبنسلين من 400 مليون إلى أكثر من 650 (بليون) وحدة في الشهر.



\*\* معروف عن فليمينغ أيضاً اكتشافه عام 1922م لأنزيم الالايسوزام lysozyme الذي يهاجم البكتيريا الموجبة لصبغة غرام وذلك بتحليل مكونات جدرagna - الترجم.

## المادة المضادة

### Antimatter

سنة الاكتشاف 1929م

ما هذا الاكتشاف؟ المادة المضادة هي عبارة عن جسيمات من ذات كتلة وتركيب البروتونات والالكترونات، ولكن بشحنة كهربائية معاكسة

من المكتشف Paul Dirac باول ديراك

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

غالباً ما تُشغل سفن الفضاء في قصص الخيال العلمي بمحركات من المادة المضادة، كما هي القنابل المستقبلية مصممة حول المادة المضادة\*. مع هذا، لست أنت ولا أي شخص قابلته في حياتك قد رأيتم حتى جسيماً واحداً من المادة المضادة، فهي ليست على شكل قطع يمكن التقاطها، بل هيئه جسيمات دون ذرية منفردة وسائبة.

بعد الكثيرون باول ديراك أعظم فيزيائي نظري بريطاني منذ أيام نيوتن. كان ديراك أول من تنبأ بالتوارد الضروري للبيوزيترونات والبروتونات المضادة، أو المادة المضادة. بسط مفهوم المادة المضادة طريقةً رحباً جديداً من البحث والفهم للفيزياء، وأصبح اكتشاف ديراك للمادة المضادة بمثابة إطار نظري لفيزياء الجسيمات الدقيقة. يستطيع علماء الكون والفيزياء اليوم التطبيق والتعميد بفهام الفيزياء الكمية والديناميكا الكهربائية للكمّ وميكانيكا الكمّ، مدینین بجزء كبير من هذا لاكتشاف ديراك.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كونه خجولاً، انطوائياً وكتوماً بطبيعة، لم يحقق طالب الفيزياء بجامعة كامبردج البالغ من العمر إحدى وعشرون سنة باول ديراك Paul Dirac من الصداقات ما حققه من شهرة واسعة في النبوغ الرياضي.

\* لعل من أهم التطبيقات الحية للمادة المضادة هو جهاز الأشعة المقطعة بالانبعاث البيوزيتروني Positron Emission Tomography (PET) الحديث الاستعمال في الطب لأغراض تصوير أعضاء الجسم - المترجم.

في عام 1923م، كانت نظريات النسبية و ميكانيكا الكم قد أرسىت بشكل جيد، ولكن نطاقها وتطبيقاتها المضبوطة ومعاناتها لم تكن كذلك، في الواقع الأمر. ميكانيكا الكم، دراسة النظم التي هي من الصغر بحيث تفتت إزاءها الفيزياء النيوتانية، كانت مبنية على افتراض أن المادة بدون ذرية تسلك كلا السلوكيين - الجسيمي (الدقائق) والموجي. كانت المتاقضات والتطبيقات المترابطة لهذا الافتراض والرياضيات المستعملة خاوية وصفه، تجربة الفيزياء نحو كارثة حقيقة.

خلال سلسلة من الجهود البحثية والتقارير المفصلية الدقيقة التي كشفت عن الكثير من البراعة والدهاء، بدأ ديراك بشق طريق له إلى هذه المتاقضات، غالباًوضوح والمنطق لما بدا في السابق حالة من الشك المصطرب. فقد طور على الطرق المعرفة في «معادلات إيديفنتون» لحساب سرعة الجسيم، وحل مخالفات التغاير covariance في صيغة التردد لنيزل بور.

خلال دراسته العليا، نشر خمسة تقارير مهمة وحول بتركيزه على المسألة الأكثر العمومية لتوحيد ميكانيكا الكم (القوانين التي تقود العالم المصغر للجسيمات الأولية) مع النسبية (القوانين التي تقود العالم الكبير لقوى الجذب الكوكبي والعام). من أجل عمله الأخير هذا، استعان ديراك بقابلية الهندسية والتصميمية لقبول واستعمال مقاربات عندما لم تكن الحسابات أو القياسات المضبوطة ممكناً أو موجودة. مكّنَت هذه الموهبة ديراك من المغامرة إلى مناطق تحليل جديدة كان النقص في قياسات مضبوطة لها سبباً لتوقف من سبقه من الباحثين عن المضي إليها.

كان معظم عمل ديراك على مستوى الرياضيات المتقدمة في دراسته هذه، فقد استعمل نتائج عدد من الدراسات المختبرية التي أجريت من قبل باحثين آخرين لفرض فحص وبرهان معادلاته وفاذجه الرياضية.

خلال تكميله أطروحته في الدكتوراه والستوات الخمس الأولى من عمله كباحث بجامعة كامبريدج، كافح ديراك جاهداً حل التناقض الظاهري بين هاتين النظريتين الكبيرتين من التفكير والتحليل. بحلول عام 1929م، أدرك ديراك بأن حساباته تطلب وجوب تواجد عدد من الجسيمات بدون ذرية لم يتم العثور عليها ولا التفكير بها فقط في السابق. فلأجل أن تعمل المعادلات التي طورها وفحصها استناداً على نتائج مختبرية، كان يجب أن يتوارد

طقم كامل من الجسيمات الجديدة، تماثل الجسيمات المعروفة ككتلة وتركيزًا ولكن تعاكسها في الشحنة الكهربائية.

كانت البروتونات والنيوترونات معروفة حينذاك. استنتاج ديراك بأن جسيمات سالبة الشحنة ومن نفس الكتلة لا بد أن تكون متواحدة أيضًا. ثبت تواجد هذا البروتون المضاد، أو المادة المضادة، بعد ذلك بخمسة وعشرين عاماً.

على نفس الشاكلة، استنتاج ديراك بأن الإلكترون لو كان موجوداً، فلا بد من وجود جسيمات موجبة ومتعادلة الشحنة بنفس الكتلة أيضاً (البوزترون والنيوتروبي على التوالي). تم الجزم بوجود البوزترونات بعد عامين فقط، أي في عام 1932م، أما النيوترونيات فقد تم التعرف عليها قطعاً بمنتصف السبعينيات من القرن المنصرم، ولكن دون التأكيد من كتلتها إلى حين العمل الذي أجراه باحثون يابانيون بهذا الخصوص، وذلك عام 1998م.

هكذا اكتشف ديراك تواجد المادة المضادة وأثبت بأن الجسيمات التي نراها وغمسها ونتعامل معها، ما هي إلا نصف الأنواع من الجسيمات التي تقطن كوننا الفسيح. فبعمل كهذا، حرك ديراك عجلة العلم أقرب إلى رؤية دقيقة للعالم الفيزيائي.

حقائق طريفة: عندما تحول المادة إلى طاقة، فإن جزءاً يتبقى دوماً -  
أي يمكن فقط تحويل قسم من المادة إلى طاقة. لكن هذا ليس صحيحاً  
بالنسبة للمادة المضادة. فعندما تصطدم المادة المضادة بالمادة، فإن نسبة  
100% من كل منها تحول إلى طاقة قبلة للاستثمار. غرام واحد من المادة المضادة يمكنه  
أن يحمل من الطاقة الكامنة ما يعادل حولة 1000 من البراميل الخارجيه لمكوك فضائي \*\*.



---

\*\* تقريباً لفهم لغز المادة المضادة، فلتخيّل صفيحة معدنية حارة في مصنع للقطع الندية (طاقة). فعندما نستبط قطعة ندية من هذه الصفيحة، فإننا سنجعل على قطعة ندية وثقب في الصفيحة، يمكن أن نسميه «القطعة الندية المضادة».

هذا مشابه لما يحدث عند تحويل الطاقة إلى مادة (حسب معادلة آينشتاين طا = ك س<sup>2</sup> الآلة الذكر في الكتاب). فقد أظهرت تجارب عدّة بأنك تقدر فقط على صنع زوج من كل من الجسيم وصوريته المرآية التي تسمى «الجسيم المضاد». إذ لم يسبق لأحد أن لاحظ إنتاجاً صافياً من الجسيمات أو مضاداً لها.

# النيوترون

## Neutron

سنة الاكتشاف 1932م

ما هي هذه الاكتشاف؟ جسيم دون ذري يقع داخل نواة الذرة بنفس كتلة البروتون ولكن دون شحنة كهربائية.

من المكتشف؟ جيمس تشادwick James Chadwick

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

هُتف باكتشاف اليوترونات علامةً بارزةً من علامات العلم في القرن العشرين. فأولاً، أكمل هذا الاكتشاف فهمنا لتركيب الذرات. ثانياً، نظرأً لكون اليوترونات عديمة الشحنة كهربائياً، فقد غدت الجسيمات الأكثر أهمية لإحداث تصادمات وتفاعلات نووية واستطلاع تركيب وتفاعل الذرات\*. استعملت اليوترونات من قبل إرنست لورنس Ernest Lawrence بجامعة كاليفورنيا في بيركلي لاكتشاف عدد من العناصر الجديدة، كما وكانت ضرورية لخلق الانشطار النووي والقبلة النووية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

منذ اكتشاف وجود عالم دون ذري (عام 1901م)، لم يتم العثور سوى على الجسيمين المشحونين كهربائياً - البروتون والإلكترون. أفترض العلماء أن هذين الجسيمين قد كوننا جميع الكتلة للذرات كلها.

لكن كانت هناك مشكلة. فلو كانت الذرات مُؤلفة من بروتونات وإلكترونات، فإن البرم spin لم يكن ليجمع بشكل صحيح. فكرة أن لكل جسيم دون ذري «برماً»

\* يربينا هذا المثال مظهراً آخر من مظاهر هذا اللغز العجيب. فصنع الجسيمات والجسيمات المضادة يأخذ من الطاقة، بينما دمجهما مع بعض يحرر الطاقة (تسمى عملية الإبادة annihilation) - فيوضع القطعة النقدية في الثقب من جديد، نستعيد الصفيحة المعدنية الأصلية - المترجم.

\* إرنست لورنس (1901-1958م): فيزيائي أمريكي، اشتهر باختراعه واستعماله للسليلكترون (نوع من مسرّعات الجسيمات) بدءاً بالعام 1929م، وعمل على فصل نظير اليورانيوم مشروع ماهاقاتن السري. حاز على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1939م- المترجم.

اكتشفها جورج الينيك George Uhlenbeck وسامويل غودسميت Samuel Goudsmit بألمانيا عام 1925م. فعلى سبيل المثال، تمتلك ذرة النيتروجين كتلة ذرية قدرها  $14^{**}$  (لكل بروتون واحد كتلة تساوي 1) ولتواءها شحنة موجبة تساوي 7+ (لكل بروتون واحد شحنة متساوية لـ 1+)، فمن أجل موازنة هذه الشحنة الموجبة، تدور 7 إلكترونات (لكل منها شحنة -1) حول النواة. لكل بطريقة ما، كان يجب أن تتوارد 7 إلكترونات أخرى داخل النواة للإلغاء الشحنة الكهربائية الموجبة للبروتونات السبعة الأخرى.

هكذا، يجب أن يقيم 21 جسيماً (14 بروتنا و 7 إلكترونات) ضمن كل نواة نيتروجين، لكل منها برم يساوي إما  $2/1+$  أو  $-2/1$ . نظراً لأن 21 هو رقم فردي من الجسيمات، وبغض النظر عن كيفية ارتباطها بعض، سيتوجب على البرم النهائي لكل نواة نيتروجين أن يتضمن  $1/2$ . لكن البرم المقاس لنواة النيتروجين كان متساوياً لعدد صحيح كامل. لم يوجد نصف، إذن ! كان هنالك خطأ ما.

افتراض إرنست رذرфорد وجوب تواجد بروتون-إلكترون وبأن نواة النتروجين سبع بروتونات وسبعين بروتون-إلكترونات (لأن 14 عدد زوجي للجسيمات وبالتالي يصح البرم النهائي). لكن هذه كانت مجرد نظرية، لم يكن لصاحبها فكرة عن كيفية تقسي البروتون-إلكترون طالما أن الطريقة الوحيدة المعروفة لتقسي جسيم ما كانت بتقسي شحنته الكهربائية.

فلنوجه دفة الحديث الآن إلى جيمس تشادويك James Chadwick. من مواليд المجلترا عام 1891م، كان تشادويك واحداً من كوكبة العلماء الذين تعلموا فيزياءهم الذرية في ظل العالم رذرфорد. بتصف عشرينات القرن العشرين، أصبح تشادويك مهوساً بالبحث عن البروتون-إلكترون الغير المشحون لرذرфорد.

في عام 1928م، بدأ تشادويك باستعمال البريليوم في تجاريته-إذ أن للبريليوم ذرة صغيرة بكتلة تساوي 9. فقصف البريليوم بجسيمات ألفا المنبعثة من البولونيوم (عنصر مشع) أملأاً بأن بعض ذرات البريليوم ستُضرب بجسيمات ألفا وتتفلق إلى جسيمي ألفا جديدين (لكل منها كتلة 4).

\*\* المقصود  $14,00674$  وكم  $amu$ ، ولكن حذفت الأرقام الضئيلة ما بعد الفارزة وكذلك الوحدات على سبيل الاختصار وتسهيلاً للفهم - المترجم.

فلو حصل ذلك، فإن جسيمي ألفا هاتين كانتا ستحملان جميع الشحنة الكهربائية لنواء البريليوم الأصلية، ولكن ليس جميع كتلها. إذ كانت وحدة ذرية واحدة للكتلة (كتلة بروتون واحد) ستبقى من الكتلة الأصلية للبريليوم المساوية لتسعة. لكن هذا الجسم الأخير الذي هو بحجم البروتون والناتج عن تقطيم نوء البريليوم سيكون عديم الشحنة، ولهذا لا بد أن يكون البروتون-إلكترون (والمسمى *neutron* «نيوترون» الآن) الذي هم تشادويك باصطياده.

لو نجحت هذه التجربة، سيكون بمقدور تشادويك أن يصنع سيلًا من النيوترونات جنبًا لجنب مع دقائق ألفا. على أية حال، استغرق تشادويك ثلاث سنوات للعثور على طريقة يتقصى بها وجود أية نيوترنات صنعها بهذه التجربة. فأخيرًا، ارتأى استعمال حقل كهربائي قوي للحرف بجسيمات الألفا المشحونة كهربائياً. كانت الجسيمات الغير المشحونة فقط مستمرة بتدفقها المستقيم على طريق الهدف.

لفرحته، وجد تشادويك بأن «شيئًا ما» كان لا يزال يدك في قطعة شمع البارافين التي وضعها في نهاية طريق الهدف، فضريبه بقوه كافية لتسبب تفكك جسيمات ألفا جديدة سائبة من الشمع. لا بد أن هذا «الشيء ما» قد نتج عن تصادم جسيمات ألفا مع ذرات البريليوم، ولا بد أنه بحجم البروتون على الأقل (ليفكك جسيمات ألفا جديدة سائبة في تركيب البارافين)، ولا يمكن أن تكون له شحنة كهربائية طالما أنه لم ينحرف بفعل الحقل الكهربائي. باختصار، لا بد أن يكون نيوتروناً.

حقاً، اكتشف تشادويك النيوترون، وأثبت وجوده. لكن كان رذرфорد من سـاه *neutron* «نيوترونًا»، دلالة على شحنته الكهربائية المتعادلة.

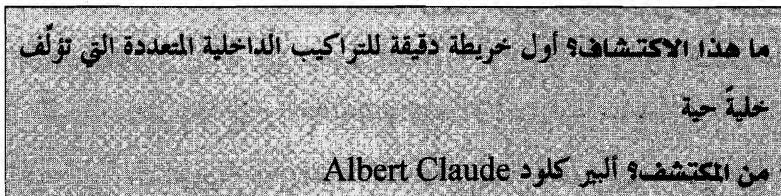
حقائق طريفة؛ إن للنيوترون حوالي 1840 ضعف كتلة إلكترون. وبما أن للنيوترون ذات كتلة جاره البروتون، فإن البروتون يكبر إلكترون بحوالي 1840 ضعفًا أيضًا.



## تركيب الخلية

### Cell Structure

سنة الاكتشاف 1933 م



#### ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كان ألبير كلود أول عالم يطور إجراءات لعزل ودراسة التراكيب الموجودة ضمن الخلية الحية كاملاً على حدة، وكان من خطط للتنظيم الداخلي للخلية وفعاليتها وعديده مكوناتها. إنه يستحق فعلاً أن يُعد مؤسساً لعلم أحياء الخلية الحديث.

رغم أنه لم ينخرج قط من مدرسة إعدادية، إلا أن كلود راد استعمال أجهزة الطرد المركزي والمجهر الإلكتروني لدراسة الخلايا الحية. فاكتشف عدداً من المكونات الرئيسية للخلايا، تعرّف على وظيفة تراكيب خلوية ثانوية أخرى، وأرسى الأساس لحقل جديد برمته من علم أحياء الخلية.

#### كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لم يكن ألبير كلود Albert Claude قد أكمل ثالث سني دراسته الابتدائية عندما أُجبر على ترك المدرسة واللحاق بوظيفة في مصنع. بعد إتمائه خدمته العسكرية مع الجيش البلجيكي خلال الحرب العالمية الأولى، تمكّن كلود من دراسة الطب مستفيداً من قرار الحكومة البلجيكية بالسماح لأي جندي راجع من الخدمة بالدخول للجامعة - رغم أن جامعة لييج لم تكن توافق جداً لقبول جندي أمي.

خلال دراسته، قدم كلود مشروعًا بحثياً مطولاً إلى معهد روكييل للبحث الطبي في نيويورك. تمت الموافقة على المشروع فعلاً، وهاجر كلود إلى أمريكا.

كان مشروع كلود البحثي يتعلق بدراسة الخلايا السرطانية الحية واكتشاف كيفية انتقال المرض، وهو ما تطلب منه فصلاً للخلايا إلى مكوناتها المختلفة لغرض دراستها على

حدة - عمل لم يكن لأحد سابق عهد به. لم تكن هناك من إجراءات معهودة أو معدات تمكن من القيام بذلك عملياً، فاضطر كلوド أن يستجدي معدات بدائية من محلات تصليح المكائن والجذارة. استعمل طواحين اللحم التجارية لسحق خلاج من الأورام السرطانية للدجاج كان قد علقها داخل وسط سائل، كما استعمل جهاز طرد مركزي عالي السرعة لفصل الخلايا المطحونة إلى أجزاءها الثانوية المختلفة - الأثقل في القاع، والأخف على القمة. أطلق كلوド على هذا الإجراء *cell fractionation* أو «عملية تجزيء الخلية».

كانت لديه الآن أنابيب اخبار مملوقة بطبقات من مادة لزجة وطينية. ونظرًا لأن أحدًا لم يسبق له أن قام بفصل الأجزاء الثانوية للخلية من قبل، استغرق كلود بعض سنوات من الدراسة والممارسة العملية لتحديد ماهية كل طبقة مفصولة ولتعلم كيفية استباط عامل الورم بنجاح من بقية الخلية. أظهر التحليل الكيميائي لكلود أن هذا العامل هو الحامض الريبي النووي RNA، أحد المكونات المعروفة للفيروس. لقد كان ذلك أول دليل عن تسبب الفيروس بالسرطان.

قرر كلود المضي قدماً باستعمال عملية التجزيء الخلوي لدراسة الخلايا الطبيعية هذه المرة. عاملًا لکامل الوقت في مختبره على مر السنوات الستة اللاحقة ومستعملاً جهاز طردي مركزي وميكروسكوبًا عالي القدرة، تمكن كلود من فصل ووصف نواة الخلية (التركيب الذي يحوي الكروموسومات)، **العصبيات** (تراكيب مجهرية متخصصة موجودة ضمن الخلية بمنابع أعضاء لها)، **المایتوکندریا** (حييات عصوية الشكل صغيرة تحدث فيها عمليات التنفس الخلوي وإنتاج الطاقة) والرایوسومات (مواضع صنع البروتينات ضمن الخلية).

كان كلود يخطط عالماً جديداً لطالما وقع ضمن حدود الخزر والتتخمين من قبل. مع هذا، كانت رؤيته محددة أيضًا بقوة الميكروскоп الذي استعمله، إلى أن تتمكن معهد روكيفيلر من استئجار المجهر الإلكتروني الوحيد في نيويورك، والذي استعمله فيزيائيون خلال محاولتهم للتوغل إلى عالم الذرة. كان هذا المجهر قادرًا على تكبير الأشياء بمليون ضعف للحجم الأصلي.

على أية حال، كان ذلك المجهر أيضًا يقوم بقصف المwoذج بحزمة قوية من الإلكترونات فتحطم الخلايا الحية المنشطة. قضى كلود ثمانية عشر شهراً آخر في استحداث

وسائل ناجحة لتحضير وحماية النماذج الخلوية بحيث تتحمل تأثير المجهر الإلكتروني. وأخيراً في أواسط عام 1943م، حصل كلود على أولى الصور الحقيقية للتركيب الداخلي للخلية، صور لم تكن في الحسبان قبلاً. وفي عام 1945م، نشر كلود دليلاً عشرات من التراكيب والوظائف الخلوية الجديدة لم تعرف فقط في السابق.

إن أسماء العلماء الذين كسرروا حاجز الذرة واكتشفوا ما وقع في داخلها (أمثال ماري كوري، ماكس بورن، نيلز بور، إنريكيو فيرمي وفرينر هاينزبرغ) معروفة كلها وب مجلّة. أما ألبير كلود فقد اخترق لوحده حاجز الخلية ليكتشف ويوثّق كوناً من التراكيب الثانوية والفعاليات في داخلها.

حقائق طريفة: هنالك أكثر من 250 نوعاً مختلفاً من الخلايا في جسمك. مع هذا، فقد بدأت جميعاً ونمّت من خلية واحدة فقط - البضة المخصبة.



## وظيفة المورثات (الجينات)

### The Function of Genes

سنة الاكتشاف 1934م

ما هذا الاكتشاف؟ اكتشف بيدل كيف تؤدي المورثات وظيفتها الحيوية

من المكتشف؟ جورج بيدل George Beadle

ماذا يُعَدُّ هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

المورثات (الجينات) موصوفة على امتداد الكروموسومات وتتضمن أوامر تتعلق بعمل ونمو الخلايا المنفردة. لكن كيف جزئية من الحامض النووي (مورثة) أن توجه خلية معقدة بأكملها لتصرف وتؤدي عملها بطريقة معينة؟ تكفل جورج بيدل بالرد على هذا السؤال المهم للغاية وحسنَ كثيراً من فهمنا للوراثة التطورية.

اكتشف بيدل أن كل مورثة توجه لتكوين إنزيم معين، فتقوم الإنزيمات بدفع الخلية إلى العمل. لقد سدَّ اكتشافه ثغرة عظيمة في فهم العلماء للكيفية التي تُترجم بها مخططات DNA إلى وظائف بنائية هيكل الخلية، كما حوَّل العمل الخالق لبيدل تركيز حقل البحث الوراثي برمهة من الدراسة النوعية للصفات الخارجية (التشوهدات والاختلافات الجسدية الناتجة عن المورثات المطفرة) إلى الدراسة الكيميائية الكمية للمورثات وأنمط إنتاجها للإنزيمات.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان يفترض جورج بيدل George Beadle أن يصبح مزارعاً، فقد ولد في مزرعة خارج واهو بولاية نبراسكا عام 1903م. لكن دراسة جامعية له عن وراثة الخطة الجينية فتنته بسحر علم الوراثة، فأصبح شغف حياته.

في عام 1934م، بعمر الواحد والثلاثين، استلم بيدل وظيفة مع قسم الوراثة بجامعة ستانفورد، وذلك بناء على رغبة من الجامعة المذكورة بتطوير دراستها عن الوراثة البايكيميائية. كان علم الوراثة يبلغ الثمانين من عمره آنذاك ، ولكن الوراثة البايكيميائية، أو الدراسة الجزيئية للكيفية التي تؤَلِّدُ بها الإشارات الوراثية وترسل إلى

الخلايا، كانت لا تزال في عمر الرضاعة. انضم بيدل إلى المتخصص بالأحياء المجهريّة إدوارد تاتوم Edward Tatum محاولة تحديد الطريقة التي تتمرن بها المورثات على تأثيرها التحكّم.

كان عملهما بسيطًا من حيث المفهوم، ولكنه كان ملأً للغاية ومتطلّباً للكثير من الجهد والصبر من حيث الواقع العملي. بدأ الاثنان عملهما بالبحث عن أبسط نوع حيّات يمكّنها العثور عليه، فوجدا ضالتهمَا في عفن الخبز (نيوروسبورا) *Neurospora*، مستغلّين تركيب مورثته البسيط والمعروف من قبل. استزرع بيدل وتاتوم أطباقاً فوق أطباق من مستعمرات النيوروسبورا في وسط زرعي مشترك، ثم قاما بعدها بقصص كل مستعمرة بالأشعة السينية، التي عُرف عنها تسريعها لحدوث الطفرات الوراثية. خلال 12 ساعة، استمرت معظم المستعمرات بالنمو طبيعياً (لم تُظفر)، بينما ماتت قلة منها (بفعل الأشعة السينية) وعاشت قلة ثانية أخرى فقدت القدرة على النمو (أعاقت الطفرات الوراثية غواها الآن).

كانت الجموعة المثيرة للاهتمام هي هذه الثالثة بالذات، لأنّها عانت طفرة وراثية ما جعلت من المستحيل على العفن أن ينمو من تلقاء نفسه. الآن، لو استطاع بيدل وتاتوم أن يكتشفا ما يحتاجه هذا العفن المطفر لنموه بالتحديد ، لعرفا ما قامت به مورثتها المطفرة من وظيفة قبل تحطيمها.

وضع بيدل وتاتوم أبواغاً منفردة من إحدى هذه المستعمرات داخل ألف من أنابيب الاختبار المختلفة، يحتوي كل منها على الوسط الزرعي القياسي ذاته. ولكل أنبوب من هذه الأنابيب، أضافا مادة واحدة يفترض أن العفن الأصلي كان قادرًا على صنعها لنفسه ولكن دون أن يقدر العفن المطفر على إنتاجها. بعدها انتظرا مراقبين أيّاً منها سيبدأ بالنمو - لو حدث غو لأي منها أصلًا.

أنبوب واحد فقط بدأ بالنمو بشكل طبيعي - الأنبوب 299، ذلك الذي أضافا إليه الفيتامين  $B_6$ . لا بد، إذن، أن الطفرة في مورثة العفن قد جعلت منه عاجزاً عن صنع الفيتامين  $B_6$  فشلًّا من غوه الذائي، وهو ما يعني أيضًا أن المورثة الأصلية قد أنتجت شيئاً ما ممكّن الخلايا من صنع الفيتامين بنفسها. الخطوة الثانية من تجربة بيدل وتاتوم كانت تقضي بالبحث عن ذاك الشيء.

وُجِدَ بِيَدِهِ عِنْدَمَا أَزَالَ إِنْزِيماتٍ مُعِينَةً أَوْ سَدَّ عَمَلَهَا ، تَوَقَّفَ الْعَفْنُ عَنِ النَّمْوِ . وَوَقَقَ قَامًاً فِي إِرْجَاعِ هَذِهِ الإِنْزِيماتِ إِلَى الْمُورَثَاتِ، مُظَهِّرًا بَأنَّ تَلَكَ الْمُورَثَةَ الْمُطَفَّرَةَ مِنْ أَنْبُوبِ 299 لَمْ تَعُدْ قَادِرَةَ عَلَى إِنْتَاجِ ذَلِكَ الْإِنْزِيمَ الْمُعِينِ . خَلَالَ هَذِهِ التَّجْرِيَةِ اكْتُشِفَ بِيَدِهِ كَيْفَ تَؤَدِّيَ الْمُورَثَاتِ عَمَلَهَا، فَقَدْ اثْبَتَ بَأنَّ الْمُورَثَاتِ تَسْتَعِي إِنْزِيماتٍ وَبَأْنَ إِنْزِيماتٍ تَوَجَّهُ الْخَلِيَّةَ كِيمِيَّاً لِأَدَاءِ وَظِيفَتِهَا . حَفَّاً، لَقِدْ كَانَ ذَلِكَ اكْتُشافًا بِثَقلِ جَائِزَةِ نُوبِيلِ \* .

 **حَقَائِقُ طَرِيقَةِ الْمُورَثَةِ**؛ لَدِيِّ الْإِنْسَانِ 25000 إِلَى 28000 مُورَثَةٌ. الْمُورَثَاتِ الْمُخْتَلِفَةُ تَوَجَّهُ كُلَّ جَانِبٍ مِنْ جُوانِبِ نُوكِ وَمَظَاهِرِكِ، وَبَعْضُهَا لَا يَعْمَلُ عَلَى الْإِطْلَاقِ . تُسَمَّى هَذِهِ الْآخِيرَةُ بِالْمُورَثَاتِ الْمُتَحِيَّةِ recessive genes، وَتَنْتَظِرُ بِفَارَغِ الصِّيرِ إِمْرَارَهَا إِلَى الْجَيلِ التَّالِيِّ، حِيثُ تَحْظِيُ بِفَرْصَةِ السِّيَادَةِ وَبِالتَّالِيِّ التَّحْكُمِ بِشَيْءٍ مَا .

\* تَبَسيِطًا لِفَهْوِ الْمُورَثَةِ أَوِ الْجَينِ» يُعْكِنُ أَنَّ نَعْتِرَهَا «بِرُوتِينًا مُشَفَّرًا ضَمِنَ الـ-DNA». فَمُعْرُوفُ أَنَّ الْبِرُوتِينَ مُؤْلَفٌ مِنْ سَلِسَلَةٍ مِنَ الْأَحْمَاضِ الْأَمِينِيَّةِ، وَكُلُّ حَامِضٍ أَمِينٍ مُشَفَّرٌ بِثَلَاثَةِ قَوَاعِدِ مَزْدُوجَةِ ضَمِنَ جَزِيرَةِ DNA الْنَّوَاءِ . فَلَوْ افْتَرَضْنَا بِرُوتِينًا (أَوْ إِنْزِيمًا) مُؤْلَفًا مِنْ 100 حَامِضٍ أَمِينٍ، فَهَذَا يَعْنِي أَنَّهُ مُشَفَّرٌ لَهُ بِـ 300 قَوَاعِدِ مَزْدُوجَةِ الـ-DNA . هَذِهِ الْقَوَاعِدُ الـ300 الْمُسَؤُلَةُ عَنْ صُنْعِ ذَاكَ الْبِرُوتِينِ ضَمِنَ كَاملِ تَرْكِيبِ جَزِيرَةِ الـ-DNA تَشَلُّ مُورَثَةً وَاحِدةً . فَالْمُورَثَةُ، إِذْنَ، بِمَخَابَةِ بِرُوتِينٍ لَا يَرَاهُ فِي رَحْمِ النَّوَاءِ - التَّرْجِمَ .

## النظام البيئي (الإيكوسистем)

### Ecosystem

سنة الاكتشاف 1935م

ما هي الاكتشاف؟ النباتات والحيوانات والبيئة في مكان معين تتعتمد جميعاً على بعضها اعتماداً متبادلاً

من المكتشف؟ آرثر تانسلي Arthur Tansley

ماذا يعنى هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

درس العديد من العلماء على مر قرون العلاقة بين الأنواع الحياتية المختلفة وبيئتها ومناخها - بتعبير آخر، لقد درسوا عناصر علم البيئة. مهما يكن من أمر، انتظر العالم لحين 1935م ليدرك آرثر تانسلي أن جميع الأنواع الحياتية في بيئه معينة في حالة تواصل مع بعضها البعض. فالأشجار أثرت في آكلات اللحوم الراقية والحشرات الصغيرة التي كانت تفكك أجسام الحيوانات الميتة، والأشجار المساقطة أثرت في الأعشاب والشجيرات.

اكتشف تانسلي أن كل كائن هو جزء من نظام مغلق متداول الاعتماد - نظام بيئي. لقد كان هذا الاكتشاف تطوراً مهماً في فهمنا لعلم الأحياء وافتتح الحديث عن الحركة البيئية وعلم البيئة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان آرثر تانسلي الشخص الذي رأى الصورة على كبرها واكتشف بأن جميع العناصر في نظام بيئي محلي كانت تعتمد على بعضها البعض - تماماً مثل الخيوط المنفردة في شبكة محكمة الغزل، لكنه لم يكن بالتأكيد أول شخص يدرس علم البيئة.

ففي القرن الرابع قبل الميلاد، درس أرسطو طاليس وتلميذه ثيوفراستوس Theophrastus العلاقة بين الحيوانات وبيئتها. وفي عام 1805م، نشر العالم الألماني ألكسندر فون هبليوت دراساته حول العلاقة بين الأنواع النباتية ومناخها، فكان أول من وصف *vegetation zones* أو «مناطق الحياة النباتية».

كان آلفريد والاس Alfred Wallace، أحد منافسي داروين، السباق إلى اقتراح «جغرافية» للأنواع الحيوانية (في 1870م)، رابطاً الحيوانات بمناخها وجغرافيتها. يطلع القرن التاسع عشر، اكتشف العالم الفرنسي أنطوان لافوازيه دورة النتروجين، التي ربطت بين النباتات والحيوانات والماء والجو ضمن دورة متبادلة العلاقة، وذلك من خلال افتاء كيفية دوران النتروجين في البيئة. ما احتاجه العلم كان أن يدرك شخص ما بأن جميع هذه الأنواع المنفصلة تتطابق مع بعضها مثل قطع لعبة الأوراق المقطعة.

ولد آرثر تانسلي Arthur Tansley في عائلة ميسورة الحال بلندن عام 1871م. حصل على شهادته الجامعية في علم النبات وألقى محاضرات طوال مسيرته المهنية في كلية الجامعة بلندن وثم في جامعة كامبردج. عُرف عن تانسلي فعاليته ونشاطه في سبل الترقية بعلم البيئة النباتية الإنجليزي ومساهمته في تأسيس الجمعيّة البريطانيّة.

بأواخر العشرينات من القرن العشرين، أجرى تانسلي جرداً نباتياً واسع النطاق في إنجلترا لصالح الجمعيّة. خلال دراسته، بدأ تانسلي بالتركيز ليس فقط على لائحة النباتات التي صمم على وضعها، ولكن على العلاقة أيضاً بين مكونات هذه اللائحة الواسعة من النباتات. أية أعشاب وجدت مع بعض؟ مع أية شجيرات وحشائش؟ أية أعشاب سكت مروج الأرضي الواطنة؟ أي منها وجدت على سفوح الجبال المتحدرة؟ وهكذا دواليك.

بحلول علم 1930م أدرك تانسلي قصوره عن تحليل العلاقات بين النباتات تحليلاً كاملاً دون الأخذ بتأثيرات الحيوانات في نظر الاعتبار. فبدأ بالجرد والتخطيط للمواشي العديدة التي تقتات على الأعشاب. ثم سرعان ما اكتشف أن أية دراسة لهذه المواشي لن تكتمل للأسف ما لم تتضمن جرداً بأكمله لللحوم التي تحكم بعصائر هذه التجمعات من المواشي.

بعدها أدرك بأن عليه أن يضمّ الكائنات المعيبة للدورة الحياتية والخللية للأجسام الميتة (الكائنات التي تفتت المادة النباتية والحيوانية المتحللة إلى المواد الكيميائية الغذائية الأساسية للنباتات). وأخيراً، أضاف البيئة الفيزيائية (الغير العضوية) – مثل الماء، التربسات، المناخ... الخ.

أيقن تانسلي بحلول عام 1935م بأن كل منطقة درسها كانت تمثل نظاماً محلياً مغلقاًً ومتكاملاًً يعمل كوحدة منفردة ويتضمن جميع الكائنات في تلك المنطقة المعنية وعلاقتها

باليئنة الغير العضوية الخلية. لقد كان ذلك مفهوماً عظيماً ومهيراً بحق، فجميع الأنواع الحياتية مرتبطة بعضها البعض، وما يحدث لأي منها يؤثر على الأخرى جيئاً.

الماء وضوء الشمس وبعض المواد الكيميائية الغير العضوية دخلت بدورها إلى النظام من الخارج. في حين كانت جميع الكائنات داخل النظام البيئي المغلق تقتات على بعضها، لتعبر بالطعام إلى أعلى ومن ثم ترجع به إلى أسفل الشبكة الغذائية.

اختصر ترانسلي أسم *ecosystem* أو «النظام البيئي» إلى *ecological system* أو «الإيكوسистем». لكن لم يحظ هذا المصطلح وذاك المفهوم بالشعبية والرواج حتى عام 1953م عندما نشر العالم الأمريكي يوجين أودول Eugene Odum كتابه *Fundamentals of Ecology* أو «أساسيات علم البيئة»، الذي شرح مفهوم النظام البيئي واستعمل مصطلح الإيكوسистем.

حقائق طريفة، من خدمات النظام البيئي الهامة التي لا يفكر بها معظم الناس هي عملية التلقيح pollination. لو لا الملقحات كالححل والخفافيش والدبابير، لما تواجد الآن 90% من المحاصيل الغذائية العالمية.



## القوة الضعيفة والقوية

### Weak and Strong Force

سنة الاكتشاف 1937 و 1983 م

ما هي الاكتشافات اللاحقة من قوى الطبيعة الفيزيائية الأساسية الأربع؟  
من يكتشفها؟  
كارلو روبيا Carlo Rubbia (القوة الضعيفة) وهيديكى يوكاكاوا Hideki Yukawa (القوة القوية)

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لبعضة من القرون اعتقاد العلماء أن قوى الجاذبية والكهرومغناطيسية تحكم الكون بأسره. بعدها وجد علماء القرن العشرين أن نوى الذرات تتألف من بروتونات موجبة الشحنة. لم لا تفصل عن بعضها إذن، طالما أن القوى الكهربائية المتماثلة تناقض بعضها؟ والأدهى من ذلك، لم كانت بعض الذرات تحلل إشعاعياً بشكل طبيعي دون الذرات الأخرى؟

أوجب العديد من الفيزيائيين توافقاً على اكتشاف هيديكى يوكاكاوا القوة القوية، ولكن لم يحدث إلا في عام 1983 م أن اكتشف كارلو روبيا الجسيمين الممثلين للقوة الضعيفة.

أكمل هذان الاكتشافان فهما لقوى الأربع التي تهيمن على العالم الكوني المجهري وتوجه عناقيد المجرات جميعها. تشكل القوى الضعيفة والقوية الأساس لفيزياء الكون.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

عرف نيوتن الجاذبية رياضياً عام 1666 م، ومن جانبهما عرف فاراداي وأورستيد وماكسويل الكهرومغناطيسية في أوائل القرن التاسع عشر. ظن العلماء أن هاتين القوتين تحكمان الكون بأسره.

على أية حال، أدرك فيزيائيو القرن العشرين أن أية واحدة من هاتين القوتين لا تقدر على الحفاظ على كيان الذرة. كان مفترضاً بالتناقض الكهرومغناطيسي للشحنات المتماثلة

(البروتونات) أن يفطر النواة الذرية. لم تواجدت النوى والذرات، إذن؟ أدرك علماء آخرون أن قوة ما يجب أن تكون مسؤولة عن تحلل النوى الشطة إشعاعياً.

افتراض العلماء وجوب تواجد قوتين جديدين: *strong force* أو «القوة القوية» (القوة التي تمسك نوى الذرة بعض) و *weak force* أو «القوة الضعيفة» (التي تسبب التحلل الإشعاعي). لم يتوفّر أي دليل على تواجد أي من هاتين القوتين حقيقة، ورغم أن العديد بحثوا في هذا المضمار، إلا أن أحداً لم يستطع تقصي أو إثبات تواجد أي منهما حتى الثلاثينيات من القرن الماضي.

تصرّ هيديكي يوكاوا Hideki Yukawa عام 1936 أنه طالما لم يُعثر قط على أي من القوتين القوية والضعيفة، فإنهما لا بد تعملان على مدى أقل من قطر نواة الذرة (و هكذا، ستفلتان من التقصي خارج هذا المجال الصغير للغاية). بدأ يوكاوا سلسلة من التجارب قام من خلالها بتحطيم البروتونات (نوى الهيدروجين) بالنيوترونات ليرى إن كانت نواتج التصادم ستعطيه إشارة حول الكيفية التي عملت بها القوة القوية.

لاحظ يوكاوا إنتاجاً منظماً لجسيمات كبيرة (قياساً بالجسيمات الدون ذرية) قصيرة العمر، تدعى *pi-misons* أو «البالي-ميزيونات» (نوع من الغلون gluon) من هذا التصادم. هذا ما يعني أن البالي-ميزيونات كانت موجودة داخل نوى الذرات طالما أنها فجرت من هناك.

اقتصر يوكاوا بأن الميزيونات، بشكل عام، تقلل قوة الجذب المعروفة بالقوة القوية. بخلافة أن الفوتونات (حيث تقلل القوة الكهرومغناطيسية) والتجاذبات (حيث تقلل قوة الجاذبية) كانت عديمة الكتلة تماماً، اقترح بأنه كلما ازدادت كتلة هذه الجسيمات الصغيرة، كلما قصرت المسافة التي فرضت فيها بتأثيرها.

افتراض يوكاوا أن القوة القوية القصيرة المدى أتت من تبادل جسيمات الميزيون الكبيرة بين البروتونات والنيوترونات، واستطاع أن يصف الميزيونات التي آمن بتمثيلها للقوة القوية، ولكنه دون أن يقدر على إنتاج أي منها فيزيائياً.

في عام 1947م، أجرى كل من لاتيس ومويرهيد وأوكاباليني وباؤل تجربة على ارتفاع عال، طائرتين مستحلبات فوتografية على علو 3000 متر. أظهرت هذه المستحلبات الباليون، الذي خضع لجميع متطلبات جسيمة يوكاوا.

نَحْنُ نَعْلَمُ الْآنَ أَنَّ الْبَايُونَ هُوَ مِيزُونٌ، كَلَّا لَهُمَا نُوعًا مِنْ جَسِيمَاتٍ صَغِيرَةٍ تُدعَى  
الْغُلُونَاتُ، وَبِأَنَّ التَّفَاعُلَ الْقَوِيَّ هُوَ عَبَارَةٌ عَنْ تَبَادُلٍ لِلْمِيزُونَاتِ بَيْنَ الْكُوارَكَ  
(جَسِيمَاتِ الدُّونِ ذَرِيرَةِ الْقَيْمَانِ) تَتَلَفَّ الْبَرِيُوتَنَاتُ وَالْبَيُوتَنَاتُ \*.

ثبت أن القوة الضعيفة أصعب تأكيداً من خلال اكتشاف حقيقي. فانتظر الجميع إلى عام 1983م ليكتشف كارلو روبيا Carlo Rubbia، بالمركز البحثي الأوروبي المعروف بالسيرين CERN، دليلاً لإثبات وجود القوة الضعيفة للمرة الأولى. بعد إتمامه لعمله التمهيدي خلال سبعينيات القرن العشرين والذي مكّنه من حساب الحجم وخصائص فيزيائية أخرى للجسيمات المفقودة المسؤولة عن حل القوة الضعيفة، عقد روبيا وفريق السيرين العزم على إيجاد هذه الجسيمات.

بعدها اقترح روبيا بتحوير السينكروترون الكبير في مركز السيرن بحيث يمكن تحقيق تصادم بين الحزم المسرّعة من البروتونات والبروتونات المضادة، فيؤدي إلى تحرير كميات كافية من الطاقة لتجسيم دقائق *boson* «البوسون» الضعيفة. في عام 1983، فصلت تجاريها على جهاز الحزمة المتصادمة جسيمين قصيري العمر، هما  $W$  و  $Z$ . تمكن روبيا من إظهار أن هذين الجسيمين كانوا الحاملين لما تسمى بالقوة الضعيفة الداخلية في عملية التحلل الإشعاعي لنوى النرات.

أخيراً، تم اكتشاف القوى الأساسية الأربع للطبيعة (و الجسيمات التي تحمل و تستحدث كلا من هذه القوى)، ليكتمل بذلك النموذج القياسي الذي حمل الفيزيائيين إلى القرن الحادى والعشرين.

**حقائق طريفة:** كان هيديكى يوكاوا أول ياباني يحظى بشرف نيل جائزة نوبل.



\* القوة القوية سميت كذلك لأنها تفوق الجاذبية قوة بـ  $10^{38}$  مرة. فلو رفعت جسمًا يزن كغم واحد، فإنه يسلط قوة جاذبية تتناسب كغم واحد. ولو أردت أن تقدر قوة سحب القوة القوية، فعليك أن ترفع  $100,000,000,000,000,000,000,000,000,000$  جسمًا كل بوزن كغم واحد، وهو ما يتفوق وزن الأرض بـ  $77$  تريليون مرة! - المثلجم.

## الأيض (التمثيل) الغذائي

Metabolism

سنة الاكتشاف 1938 م

ما هذا الاكتشاف؟ اكتشف كرييس السلسلة الدائرية للتفاعلات الكيميائية التي تحول السكر إلى طاقة داخل الخلية وتقود عملية الأيض (التمثيل) الغذائي

من المكتشف؟ هانز أدولف كرييس Hans Adolf Krebs

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تجز العضلات الشغل لجسمك. فأنت تأكل الطعام وـ بطريقة ما - يتحول إلى طاقة تحرقها عضلاتك لسحرك. ولكن كيف؟ كيف يعمل هذا الشيء المسمى بالأيض الغذائي؟ إن عملية الأيض الغذائي في جسم الإنسان من الأهمية لفهمنا للتكون البشري بحيث منحت ثلاثة جوائز نوبيل للأشخاص الذين ساهموا في إفادتنا إياها. ذهبت ثالثتها لخوزة هانز أدولف كرييس، الذي فك اللغز أخيراً واكتشف كيف ترسيخ أجسامنا الطعام إلى طاقة. لقد كان بحق، واحداً من أعظم الاكتشافات الطبية في القرن العشرين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

آمن عالم الفسلجة البريطاني أركيبلد هيل Archibald Hill بوجوب توليد العضلات للحرارة أثناء تقلصها. بحلول عام 1913م، استطاع أن يطور طرقاً لقياس تغيرات بصغر  $3/1000$  من الدرجة الحرارية. وكانت دهشته كبيرة عندما اكتشف أن لا حرارة تتولد أثناء التقلص العضلي كما لم يكن هناك أي استهلاك للأوكسجين كذلك!

بعد خمسة أعوام، اكتشف الألماني أوتو مايرهوف Otto Meyerhof اختفاء المركب الكيميائي المعروف بالكلايكونجين وبالتالي ظهور حامض اللبنيك (اللاكتيك) أثناء التقلص العضلي، فأطلق على هذه العملية وصف anaerobic - وهي مشتقة من الإغريقية بمعنى «بدون هواء» أو «لاهوائي». ثم اكتشف مايرهوف أن الخلايا العضلية استعملت الأوكسجين لاحقاً لتفكيك حامض اللبنيك. كما وجد باحثون آخرون أن

إضافتهم لأي من الحوامض الكاربونية الأربع المختلفة إلى شرائح من النسيج العضلي قد حفزت الأخير على امتصاص الأوكسجين.

رغم أن هذه الاكتشافات بدت مهمة، إلا أنها أحدثت من الحيرة والإرباك حول ميكانيكية عمل العضلات ما يضاهي الحلول والأجوبة التي أمدت بها، فغدت الحاجة إلى شخص ما يunctق بين هذه الدراسات المختلفة والمربيكة ملحة أكثر من أي وقت مضى.

ولد هانز كرييس Hans Krebs عام 1900م بألمانيا، من أب يعمل جراحًا. درس الكيمياء والطب ثم توظّف لإجراء بحث في جامعة كامبردج، يتعلق بدراسة العملية الكيميائية للأيض العضلي.

بادئاً بحثه عام 1937م، درس كرييس كبد الحمام والنسيج العضلي للثدي. فاستطاع أن يقيس كميات مجاميع معينة من الأحماض الناتجة عن أكسدة السكريات (تفاعلها مع الأكسجين)، يحتوي البعض على أربع ذرات كاربون لكل منها ويحتوي البعض الآخر ستة. كما لاحظ بأن هذه العملية أنتجت ثانوي أوكسيد الكاربون مع الماء والطاقة.

أضافت هذه النتائج على اللبس الخاصل في الموضوع. ما شأن كل هذه المواد الكيميائية بالتأثير البسيط للسكر إلى طاقة؟ وأخيراً، لزم كرييس أول الخطوة عندما لاحظ تفككاً لحمض الستريك وتكوناً له في الوقت ذاته، ثم لاحظ أن الأمر نفسه ينطبق على عدد من الأحماض الأخرى.

شيئاً فشيئاً بدأ يتضح لكرييس أن العملية كانت تعمل على شكل دورة - دورة بسبع خطوات كيميائية منفصلة. لقد بدأت بحامض الستريك، ثم أنتجت كل خطوة المركبات الكيميائية والأحماض التي احتاجتها الخطوة التالية من الدورة. وبآخر خطوة، تكون حامض الستريك من جديد، ليعيد الدورة بآكمتها مرة أخرى.

تستمر هذه الدورة بلا نهاية في كل خلية من خلايانا، فتستهلك جزيئات الكلو-كوز (السكريات) التي يوفرها الدم باستمرار، لتنتج نوعين من المخلفات النهائية خلال الخطوات السبع التي تؤلف هذه الدورة: ثانوي أوكسيد الكاربون وذرات الهيدروجين الحر. تتحد ذرات الهيدروجين هذه مع الأوكسجين ونوع من الفوسفات العالي الطاقة لتنتج الماء ومركب ATP، المركب الكيميائي الذي يعمل عمل البطارية في خزنه لطاقة الخلية.

تدخل جزيئات السكر الدورة، وينخرج منها كل من ثاني أوكسيد الكربون والماء ومركب ATP النشط للخلايا. فبحلول عام 1938م، كان كرييس قد كشف الغطاء عن هذه الدورة الكيميائية الغريبة تعقيداً وكفاءة بخطوهاها السبعة - رغم أنها قد صُنمت بشكل خاص لإنقاذ هدف يبدو بسيطاً للوهلة الأولى: تحويل السكريات في الدم إلى طاقة للخلايا. ما يدعو للدهشة أن كل خلية حية في أجسامنا تؤدي هذه التفاعلات المتتابعة السبعة، بتحفيز من إنزيم لكل تفاعل على حدة، وفي كل دقيقة من كل يوم. ومع هذا، تكفل هانر كرييس باكتشاف هذه المنظومة على تعقيدها والتواها!

حقائق طريفة: من مفهوم نظري، يمكن لشخص متوسط الجسم أن يولّد 100 واط من الكهرباء باستعمال مولد البايو-نانو، الذي يُعد خلية وقدية كهرو كيميائية على مقياس النانو، تقوم بسحب القدرة من كلوكوز الدم بنفس الطريقة التي يولّد الجسم بها الطاقة خلال دورة كرييس.



## السيلاكانت

Coelacanth

سنة الاكتشاف 1938م

ما هذا الاكتشاف؟ نوع حي من الأسماك كان يُعتقد أنه انقرض منذ 80 مليون سنة

من المكتشف؟ جي. إل. بي. سميث J. L. B. Smith

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

صعق العالم العلمي عام 1938م عند اكتشاف السيلاكانت، فقد آمن جميع العلماء بأن هذا السمك قد انقرض من 80 مليون سنة، ولم يُعثر على أي متحجر أو أثر له في الطبقات الأكثـر حـدـائـة. قـوـضـ هـذـاـ الاـكـتـشـافـ الرـأـيـ القـائـلـ بـأنـ الـمـعـرـوفـ منـ سـجـلـ الـمـتـحـجـرـاتـ يـوـثـقـ وـصـولـ وـانـقـراـضـ الـأـنـوـاعـ عـلـىـ هـذـاـ الـكـوـكـبـ تـوـثـيقـاـ دـقـيـقاـ كـامـلـاـ،ـ بلـ أـثـبـتـ أـنـ الـخـيـطـاتـ الـعـمـيقـةـ تـحـمـلـ الـغـازـ بـيـوـلـوـجـيـةـ لـاـ تـرـاـلـ تـقـعـ خـارـجـ حدـودـ التـخـيـلـ وـالـاسـتـشـارـ.

ما يضفي أهمية أخرى على اكتشاف السيلاكانت ليست بأقل أبداً من سابقاتها، أنه عبارة عن «متحجر حي». فبدون تغير لأكثر من 400 مليون سنة، يعتبر السيلاكانت من الأقرباء المقربين لذلك السمك الذي كان أول مخلوق يزحف خارج البحر ليستقر على اليابسة قبل مئات الملايين من السنين، فكان بذلك أول برمائي وأول مخلوق بري. هكذا، يُعد السيلاكانت واحداً من أوائل أسلافنا، كما يُعد هذا الاكتشاف الأهم في علم الحيوان في القرن العشرين. فهو من الإدهال ما يضاهي التعثر فوق ديناصور حي في هذا الزمان!

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في أواخر الثلاثينيات من القرن العشرين، كانت مارغوري كورتيني-لاتير Margorie Courtenay-Latimer، البالغة من العمر اثنين وثلاثين عاماً، قيمة على متحف صغير في بلدة ليست لندن المينائية على جانب الخط الهندي من جنوب أفريقيا. وكان ربان قارب الصيد من أهالي البلدة، الكابتن هيندريليك غوسن Hendrick Gossen، معتقداً أن يطلعها على ما يصطاده من أسماك غريبة ومثيرة للاهتمام لدى عودته

إلى الميناء، علّها تزيد إضافتها إلى مجموعة مقتنياتها في المتحف. ولكن عادة ما كانت هذه الاكتشافات تظهر غير ذات جدوى أو فائدة.

كادت مارغوري تغلق المتحف للتتمع بعطلة عيد الميلاد في ذلك اليوم المصادف للثالث والعشرين من شهر كانون الأول (ديسمبر) من عام 1938م، عندما تلقت اتصالاً من صديقها غوسين. لكنها لم تتو الذهاب إليه تقريباً، فقد أرادت الرجوع للبيت من أجل تغليف هدايا العيد.

على أية حال، قررت مارغوري المرور سريعاً برصيف الساحل على طريقها، حيث من المتعدد أن تقام الأفراح في مثل هذه المناسبات بالمناطق الساحلية كبلدها. هناك، لم تجد مارغوري بدا من إلقاء نظرة عابرة على صيد غوسين هذه المرة. فحالما صعدت قاربه، لفت انتباهها زعنفة زرقاء تبرز من تحت كومة من الأسماك الشعاعية والقروش المكَدَّسة على ظهر القارب. لم يسبق لها أن شاهدت هكذا لون أزرق متزحزح على زعنفة سمكة من قبل، فتلذثت فعلاً من هول هذه المفارقة العجيبة.

يازاحة الأسماك التي اعتلتها، بان مارغوري ما وصفته كأجمل سمكة وقعت عليها عينها على الإطلاق. كانت بطول خمسة أقدام وبلون بنفسجي فاتح على زرقة، تخلله علامات متفرقة. رغم أنها لم تكن أدنى فكرة عن ماهية هذه السمكة، إلا أن مارغوري أدركت جيداً أن السمكة لم تكن مثل أي شيء اصطيد في المياه الخلية من قبل. فبالإضافة إلى تلوّنها الغريب من نوعه، لم ترتبط زعناف هذه السمكة بأي هيكل عظمي، بل بخصوص لحمية على جوانب جسمها، بدت وكأنها مصممة لتساعدها وتسمح لها بالزحف.

عائدة أدرجها إلى متحفها الصغير وبخوزها هذه السمكة الشمينة، أسرعت مارغوري في قلب صفحات المراجع المتوفرة في المكتبة، حتى وقع نظرها على صورة قادها إلى ما بدارها استنتاجاً مستحيلاً. فقد شاهدت تماماً سمكة تواجدت في عصور ما قبل التاريخ، انقرضت منذ 80 مليون سنة!

أرسلت مارغوري برسالة تتضمن وصفاً مفصلاً للسمكة إلى البروفيسور جي. إل. بي. سميث J. L. B. Smith، أستاذ الكيمياء والأحياء بجامعة روديس، خمسين ميلاً جنوباً إيست لندن. لسوء الحظ، كان البروفيسور مغادراً حينها لقضاء عطلة عيد الميلاد ولم يقرأ

رسالتها لحين الثالث من كانون الثاني (يناير)، 1939م. حينئذ، أبرق لها البروفيسور فوراً: «مهم! حافظي على الهيكل العظمي والأعضاء والخياشيم للسمكة الموصوفة».

في هذه الأثناء، على أية حال، كانت أحشاء السمكة (و من ضمنها الخياشيم) قد رُمي بها خارجاً والسمكة قد نصبَت للعرض المتحفي. وصل سميث متحف مارغوري في السادس عشر من شباط (فبراير)، وجزم في الحال بصحة التعرّف الغير المؤكّد لصاحبة المتحف. لقد كان ذلك سيلاكانتا، سمك اعتقد أنه منقرض لأكثر من 80 مليون سنة!

لم يكن هذا الاكتشاف مهمًا للاعتقاد بانقراض السيلاكانتات كل هذه المدة فقط، ولكن أيضًا لإظهار هذا النموذج الحديث أنها لم تتغير لأكثر من 400 مليون سنة!

لكن أراد سميث سيلاكانتا ثانيةً كاملاً هذه المرة ليزداد يقينه بما اكتشف. فأطلق إعلانات بمكافأة قدرها مائة جنيه إسترليني لقاء الإثبات بنموذج كامل، لكن دون أن يُعثر على أحد فقط. لقد كانت تلك أربع عشرة سنة طويلة وشاقة حقًا قبل أن يتسلّم قبطان الصيد إريك هنت Eric Hunt سيلاكانتا كاملاً من صيادي الأسماك الأصليين على جزيرة كومورو بين زنجبار وإفريقيا. كان ذلك في الحادي والعشرين من كانون الأول (ديسمبر) عام 1952م.

حمل هنت هذا السيلاكانت الكامل إلى سميث وتم تأكيد الاكتشاف فعلاً، وبالتالي نشره الأخير في كتابه عام 1956م حول الأنواع الحياتية البحرية في المحيط الهندي، فجلجل بتصور العالم. إذا تمكن كائن يبلغ من العمر 80 مليون سنة من الترbcc في المحيطات دون العثور عليه، ماذا بعد؟ كان يعود متخفياً عبر الأعماق؟ رفع هذا الاكتشاف من أسهم علم البحار وزاد من اهتمام الناس به.

منذ عام 1956م، تم العثور على أكثر من مائة سيلاكانت في تلك المنطقة بالذات. ولكن كانت قوة ملاحظة مارغوري كورتياني-لاتير وواسع معرفة جي. إل. بي. سميث ما حال دون أن يصبح هذا الاكتشاف المائل مجرد وجة سمك شهية أخرى.\*

\* أطلق البروفيسور سميث على السيلاكانت الاسم العلمي *Latimeria chalumnae*، تيمناً باسم السيدة لاتير وفراشالومنا، حيث عُثر عليه - المترجم.



حقائق طريفة، قام الاتحاد العالمي لحفظ الطبيعة والمصادر الطبيعية مؤخرا بمحسح شامل 40177 نوعاً حيائياً. من هذا المجموع، أدرج 16119 نوعاً ضمن لائحة الأنواع المهددة بالانقراض. تضمنت هذه اللائحة برمائياً من كل ثلاث برمائيات وربعها من أشجار الصنوبر بالعالم، وكذلك واحداً من كل ثمانية طيور وواحداً من كل أربع ثدييات.

# الانشطار النووي

## Nuclear Fission

سنة الاكتشاف 1939

ما هذا الاكتشاف؟ اكتشاف كيفية تجزئة ذرات اليورانيوم وإنتاج كمية هائلة من الطاقة

من المكتشف لـ Lise Meitner

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كان الانشطار النووي - تجزئة ذرات اليورانيوم لإنتاج الطاقة - واحداً من التطورات الفيزيائية الكبيرة للقرن العشرين. فقد رد على واحد من أعظم الغاز الفيزياء في العصر كما وفتح الباب إلى العصر الذري. يُعد هذا الاكتشاف الأساس للقدرة والأسلحة النووية. جزء لاكتشافها العديدة، لقبت ليز مايتнер بـ «العالمة الأكثر أهمية لهذا القرن». يستحق إتيكيو فيرمي الشرف في العديد من الاكتشافات الكبيرة في حقل الفيزياء الذرية، ولكن شهرته تأتي خصوصاً من صنع أول تفاعل نووي ذاتي الإدامة في العالم. فبهذا وضع فيرمي اكتشاف مايتнер حيز التنفيذ العملي، فأعتبر الأب المؤسس للقدرة النووية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان كل من ليز مايتнер Lise Meitner وأتو هان Otto Hahn باحثين بمعهد القيصر فيلهيلم برلين، ألمانيا. كجزء من دراستهما للعناصر المشعة، كافح ميتнер وهان لسنوات من أجل خلق ذرات أقل من اليورانيوم transuranic elements بقصف ذرات اليورانيوم ببروتونات حرقة. لقد بدا واضحاً بأن بعضها ستضرب السواقة وتتعلق بها، منتجة عنصراً أقل من اليورانيوم. لكن هذه التجربة لم تنجح على الإطلاق.

كان الاثنين قد فحصلا طریقتهمما على معادن ثقيلة أخرى، فصرف الكل حسب المتوقع تماماً. عمل كل شيء حسب ما تنبأت به معادلات ليز الفيزيائية - حتى وصل اليورانيوم، أقل عامل معروف. طوال الثلاثيات من القرن العشرين، لم يقدر أحد أن يستنتج لم فشلت التجربة دوماً مع اليورانيوم بالذات.

لم يكن هنالك من سبب فيزيائي لعدم إمكانية تواجد ذرات أثقل، لكن باءت أكثر من مائة محاولة بالفشل في هذا السياق. كان واضحًا أن شيئاً ما يحدث في تجاربهم لم يقدروا على فهمه، فاحتاجا إلى تجربة جديدة من نوعها لظهور لها ما حدث فعلاً عندما قصنا نوى اليورانيوم ببروتونات حرة.

وأخيراً، خطرت لأتو خطة تقضي باستعمال الباريوم الخاملي إشعاعياً كمؤشر مستمر لتقصي وقياس تواجد الراديوم المشع. فلو تحلل اليورانيوم إلى راديوم، كان من شأن الباريوم الكشف عنه.

استهلل الثنائي ليز وهان ثلاثة أشهر أخرى بالفحوصات التمهيدية لإثبات كيفية تفاعل الباريوم مع الراديوم المشع بوجود اليورانيوم ولقياس سرع وأنماط التحلل المضبوطة للراديوم.

قبل أن يتمكنا من إثباتها والبدء بتجربتهما الحقيقة، كان على ليز الفرار إلى السويد هرباً من الحزب النازي هتلر لدى تسلمه سدة الحكم في البلاد. فأصبح أتو هان وحيداً أمام إجراء تجربتهم العظيمة.

بعد أسبوعين من إتمام هان لهذه التجربة، تسلمت ليز تقريراً مطولاً يصف فشل الأخير في مسعاه. كان هان قد قصف اليورانيوم بسيل مكثف من البروتونات لكنه لم يحصل حتى على الراديوم، بل تقصى كمية أكبر من الباريوم فقط - أكثر بكثير من الكمية التي ابتدأ بها. مذهولاً بهذه النتيجة، توسل هان إلى ليز لمساعدته على فهم حقيقة ما جرى.

بعدها بأسبوع، وبينما كانت ليز في مشية طويلة بقبابها الثلجي عبر ثلوج الشتاء المبكر، ومضت في ذهنها صورة خاطفة للذرات تمزق نفسها فتفصل أجزائها. لقد كانت الصورة من الحيوية والإجمال والقوة بحيث كادت ليز أن تشعر بنبض النوى الذري وتتشم رائحة كوي من كل ذرة وهي تشق نفسها في مخيلتها.

عرفت من توها أنها قد وُهبت الجواب الذي كانا يبحثان عنه. لا أبد أن إضافة بروتونات إضافية قد زعزعت من استقرار نوى اليورانيوم، فانشطرت جرائها. تجربة أخرى جديدة أثبتت أن قصف اليورانيوم المشع ببروتونات حرة أدى إلى انقسام كل ذرة يورانيوم إلى اثنين، ممنتجة الباريوم والكريبيتون، مع تحرير كميات هائلة من الطاقة خلال هذه العملية.

هكذا إذن، اكتشفت ميتر عملية الانشطار النووي.

بعد أربع سنوات تقريباً، عند تمام الساعة 2:20 دقيقة من بعد ظهر يوم الثاني من كانون الأول (ديسمبر) من عام 1942م، كبس إنريكو فيرمي Enrico Fermi المفاح الذي رفع المئات من قضبان تحكم الكادميوم الماصة للنيوترونات خارجاً من أكdas قطع الكرافيت المربوطة ببضعة أطنان من كربونات أوكسيد اليورانيوم. كان فيرمي قد كرس 42000 من قطع الكرافيت في ملعب اسکواش واقع تحت المدرجات الغربية لميدان ستاغ، ميدان جامعة شيكاغو لكرة القدم.

لقد كان ذاك أول مفاعل نووي في العالم، وناتجاً لاكتشاف ميتر. أما صنع القبلة النووية عام 1945م، فقد كان التطبيق الثاني لأنشطار ميتر.

حقائق طريفة: بعد وفاة ليز مايتير، سمي العنصر التاسع بعد المائة على الجدول الدوري للعناصر تيمناً باسمها: «ميتريوم».



---

\* صدق آينشتاين حينما قال عن مايتير "إنها بثابة ماري كوري بالنسبة لنا"، فقد كانت هذه المرأة مثالاً ناطقاً للوفاء والكد والحب، رغم كل ما عانته من جميع من حورها - سواء من ألمانيا، من السويد، من رفقاء عملها، من لجنة نوبل، بل وحتى من أقرب أصدقائها: أوتو هان. لكن على خلاف كوري التي حازت على جائزتين من جوائز نوبل، لم تل ميتر أيّاً منها، فقد تفاضى الجميع عن دورها، وشن هان جملة هوجاء قاسية لسحب الثقة عن دور مايتير (صاحب الفضل الأول) في اكتشاف الانشطار النووي، فنفرد هو لوحده بجائزة. مع ذلك، لم يُعرف عن ميتر أي تدمير أو تشكيك حال هذا الفبن، بل حافظت على صداقتها مع هان وآثرت عدم المساس بمحسنه رغم الألم الذي اعتصر في نفسها، كما بدا واضحًا في بعض رسائلها له. لدى الكثرين، ميتر وهان إسمان متراوكان، لشخصين تصادقاً رغم خطوب الدهر لمدة تقارب الستين سنة، فقد ولدا عام 1878م تفصلهما شهور قلائل، وتوفيا عام 1968م يفصلهما شهراً اثنان، وحصى عنصري الهانيوم (105) والميتريوم (109) لم يفصلهما سوى خمس خانات على الجدول الدوري - قبل أن يتم استبدال اسم العنصر هانيوم بدويبيوم، ولكن بقي العنصر 109 على اسمه باتفاق الجميع! - المترجم.

## بلازما الدم

### Blood Plasma

سنة الاكتشاف 1940م

ما هذا الاكتشاف؟ البلازما هي ذلك المجرى من دم الانسان الذي يتحقق بعد فصل كريات الدم الحمر خارجاً

من المكتشف: تشارلز درو Charles Drew

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

يمكن حزن الدم الكامل خزناً سليماً لأيام قلائل. لقد عن هذا دائماً أن عمليات إعطاء الدم يجب أن تكون من مصادر محلية وبأن تُعطى بوقت الحاجة. لم يكن بمقدور الدم السفر لمسافات بعيدة، وكثيراً ما افتقر ذوو الأنواع الغير الشائعة إلى الدم الملائم لهم خالل العمليات الجراحية، فعنوا جراء ذلك آثماً معاناة.

اكتشف درو عملية فصل الدم إلى كريات دموية حمراء وبلازما، فأمدَّ هذا الاكتشاف كثيراً بعمر الخزن للدم وأنقذآلاف - أو ربما ملايين - الناس من الموت. أدخل اكتشاف درو بنوك الدم حيث الخدمة العملية، فلا تزال منظمة الصليب الأحمر تستعمل عملياته وأكتشافه حتى اليوم في تنفيذ برنامجه لإعطاء الدم وحزنه.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

تعبر فكرة نقل الدم قديعاً قدمآلاف السنين، فقد مارسها قدماء أطباء الرومان. ولكن ما فتأت هذه العملية تعاني مشكلة خطيرة للغاية، ألا وهي تسببيها بوفاة العديد من المرضى المسلمين للدم. لم يستطع أحد فهم سبب حدوث هذه المشكلة حين عام 1897م، الذي شهد اكتشاف كارل لاندشتاينر للمجاميع الدموية الأربع (A,B,AB,O). وبحلول عام 1930م، كان باحثون آخرون قد قسموا هذه الجماعيـ بدورها إلى ثمانية أنواع، وذلك من خلال التعرف على عامل RH لكل مجموعة (مثلاً: O<sup>+</sup>,O<sup>-</sup>,A<sup>+</sup>,A<sup>-</sup>,...O<sup>+</sup>,O<sup>-</sup>,A<sup>+</sup>,A<sup>-</sup>).

بهذه الاكتشافات، أصبحت عملية نقل الدم سليمة 100% تقريباً، ولكن كان على المستشفيات الآن حزن ثمانية أنواع من الدم بغرض توفير كل ما يمكن الحاجة إليه أثناء

العمليات الجراحية. مهما يكن من أمر، فإن معظم الدم المعطى كان يفسد وبالتالي يُرمى قبل استعماله والاستفادة منه، فكانت بعض الأنواع تستنفذ ويواجه المريض خطراً كبيراً عندما يضطر لإجراء عملية جراحية بدون أحد للدم. أصبح خزن الدم مشكلة أساسية لأقسام الجراحة والمستشفيات عموماً.

ولد تشارلز درو Charles Drew في العاصمة الأمريكية واشنطن بمنتصف صيف عام 1904م. بينما كان لاعب كرة قدم أمريكي موهوباً ومشهوراً في كلية أمهرست، اختار درو أن يدرس الطب بدلاً من لعب الرياضة.

في عام 1928م، قبل درو للدراسة في المدرسة الطبية بجامعة مكجيل في كندا (واحدة من مدارس الطب الجامعية القلائل في قبول الطلاب السود عام 1928م). هناك، درس درو تحت إشراف الدكتور جون بيتي Dr. John Beattie، البروفسور الزائر من إنجلترا. في عام 1930م، بدأ بيتي ودرو بدراسة طرق تمديد فترة خزن الدم السليم خارج الحدود المتواجدة آنذاك والمقدرة بـ 30 يوماً لستة. كان عمر الخزن القصير لهذا قد حد كثيراً من المتوفر حينها من إمدادات دموية.

تخرج درو في عام 1935م وترك الجامعة بقليل من التقدم المحقق في هذا المجال. وفي عام 1938م، تولى منصباً بحثياً في جامعة كولومبيا بمدينة نيويورك، فاستمر في بحثه عن الدم، حيث طور تقنية للطرد المركزي سمحت له بفصل الكريات الدموية الحمراء عن باقي الدم، فأطلق على هذا «الباقي» اسم *blood plasma* أو «بلازما الدم».

سرعان ما حسم درو أن كريات الدم الحمر تحوى على مواد فريدة من نوعها مسؤولة عن تقسيم الدم على ثمانية أنواع مختلفة، بينما تعتبر بلازما الدم عامة بالنسبة لجميع أنواع الدم وبالتالي لا تحتاج تطابقاً. إذ أتضح له أن البلازما من أي واهب تحانس أي متسلم كان، الأمر الذي أضفى عليها جاذبية خاصة لأغراض إمداد الدم.

فحصل درو على البلازما واظهر أنها تبقى أطول بكثير من كامل الدم، ثم أظهر بعدها أن كريات الدم الحمر المفصولة عن البلازما يمكن أن تخزن أيضاً لأطول من الدم الكامل.

توصل درو إلى اكتشاف آخر عام 1939م يقضي بإمكانية تجفيف البلازما وشحنها لمسافات بعيدة ثم إعادة إرها (إعادة تركيبها) من جديد بإضافة الماء إليها قبل الجراحة بقليل. فجأة، أصبح ممكناً أن يكون واهبو الدم على بعد آلاف الأميال عن متسلمه.

في عام 1940م، نشر دو رو أطروحته للدكتوراه، تضمن فيها دليلاً الإحصائي والطبي عن دوام البلازمما لفترة أطول من كامل الدم وأسهب في شرح عملية فصل الدم إلى كريات دموية حمراء وبلازمما وكذلك عملية تجفيف البلازمما. أصبحت هذه المعلومات دليلاً إرشادياً لإدارة ومعالجة الإمداد الدموي الوظيفي. وفي عام 1941م، ابتكر دو رو أولى «ناقلات الدم» -شاحنات مزودة بثلاجات- وساق أول حملة للتبرع بالدم (لصالح الطيارين والجنود البريطانيين).

اكتشف دو رو البلازمما وطريقة حزن الدم بشكل سليم وللنقل البعيد، كما وخلق نظاماً عملياً لبنوك الدم ونقلاته في أغراض جمع ومعاملة وخزن وتحميم الدم إلى حيث هنالك حاجة. وأخيراً، أصبحت عمليات نقل الدم سليمة وعملية في آن واحد.

حقائق طريفة: هل الدم كله أحمر؟ لا، فللسرطانات دم أزرق، حيث يحتوي على التحاس بدل الحديد. أما ديدان الأرض والعلقات، فإنهما لها دمأً أحضر اللون، سبب خضرته مادة مشتقة من الحديد تدعى كلورو كرورين chlorocruorin. كما تمتلك العديد من اللافقاريات، كنجم البحر مثلاً، دمأً صافياً أو مصفراً.



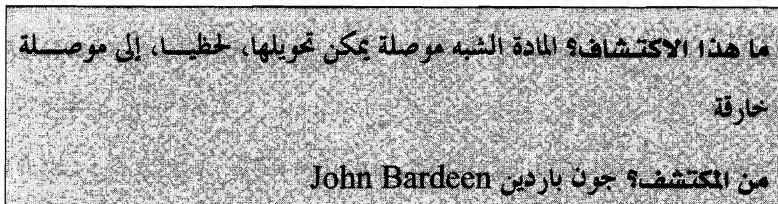
---

\* توفي دو رو عام 1950م (بعمر السادسة والأربعين)، وذلك في حادث سيارة خلال ذهابه لحضور مؤتمر طبي. تقول الكثير من الروايات أن مكتشف البلازمما ومتبدع طريقة نقل الدم الأكثر سلاماً وتطبيقاً حتى اليوم، الدكتور ريتشارد دو رو، نزف حتى الموت دون أن يتلقى الدم والرعاية اللازمة من مستشفى قريب من مكان الحادث، وذلك بسبب عرقه الأسود - المترجم.

# الترانزستور الشبه موصل

## Semiconductor Transistor

سنة الاكتشاف 1947م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

نال جون باردين أول جائزة نوبل له لاكتشافه تأثير الترانزستور للمواد الشبه موصلة. معظم المواد إما أن توصل التيار الكهربائي (موصلات) أو تسد تدفق التيار (عوازل)، ولكن قلة منها تسمح أحياناً بتدفق بعض من التيار الكهربائي (أشباه موصلات). رغم أنها اكتشفت بأواخر القرن التاسع عشر، إلا أن أحداً لم يفطن إلى قيمة أشباه الموصلات حين اكتشاف باردين لتأثير الترانزستور.

لقد أصبح الترانزستور بمثابة عمود فقري لكل رقاقة أو دائرة حساسية واتصالية والكمبيوترات منطقية بُنيت خلال الخمسين عاماً فائتاً. لقد أحدث الترانزستور ثورة في عالم الإلكترونيات وجعل من وجود معظم القطع الحديثة من الأدوات المعدنية الإلكترونية والحاوسبة الضرورية أمراً ممكناً بالفعل. لا توجد منطقة من الحياة أو العلم لم تتأثر بهذا الاكتشاف الوحيد تأثيراً بالغاً وعميقاً.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لقد كان جون باردين John Bardeen طفلاً معجزة بحق، فقد قفز على الصفوف الابتدائية الرابعة والخامسة والسادسة وحصل على درجة الماجستير في الفيزياء بعمر الحادية والعشرين. حاصلاً على شهادة Ph.D من جامعة هارفرد، عمل باردين على تدريس الفيزياء بجامعة مينيسوتا حين عام 1945م، حين تم توظيفه من قبل مختبرات بيل، المصنع البصري للاتصالات والالكترونيات العالمية التقنية.

في خريف عام 1947م، ضم باردين القرى مع كل من وليام شوكلي William Shockley ووالتر براتين Walter Brattain وهم في خضم دراستهما عن الاستعمال المحتمل للمواد الشبه موصلة في الالكترونيات. كان شوكلي يتقاسم «الحلم الصناعي» بتحرير الالكترونيات من الضخامة والهشاشة وتوليد الحرارة واستهلاك القدرة العالية للأنبوبة المفرغة. ومن أجل السماح لأشباه الموصلات باستعاضة الأنابيب، كان على شوكلي أن يجعل من المادة الشبه موصلة قادرة على تضخيم وتقويم الإشارات الكهربائية. لكن، باءت جميع محاولاته بالفشل.

بدأ باردين عمله بدراسة وتأكيد صحة حسابات شوكلي وكذلك توافق نججه مع النظرية المتفق عليها. كان حريراً بتجارب شوكلي أن تعمل، إذن. ولكن النتائج التي حصلوا عليها من استعمال الجرمانيوم (مادة شبه موصلة شائعة)، لم تتوافق فقط مع النظرية. حين باردين بأن تعارض سطحياً غير محدد على الجرمانيوم لا بد أي يكون السبب في سد تدفق التيار الكهربائي. شرع الرجال الثلاثة بفحص استجابيات السطوح الشبه موصلة للضوء، الحرارة، البرودة، السوائل، وترسب الأفلام المعدنية. فعلى مناضد مختبرية واسعة، حاولوا أن يدخلوا التيار الكهربائي بالقوة إلى الجرمانيوم خلال معادن سائلة ومن ثم خلال نقاط تلامس سلك متلتحم.

استهلك هذا الثلاثي معظم شهر تشرين الثاني (نوفمبر) والكثير من كانون الأول (ديسمبر) من عام 1947م مثل هذه الاختبارات، إلى أن وجدوا أخيراً بأن نقاط التلامس هذه قد عملت نوعاً ما. إذ أصبح بالإمكان إمداد تيار قوي عنوة عبر الجرمانيوم إلى قاعدة معدنية على الجانب الآخر، ولكن عوضاً عن تكبير الإشارة (جعلها أقوى)، فقد استهلكت هذه العملية الطاقة في واقع الأمر (جعلتها أضعف).

ثم لاحظ باردين شيئاً شيئاً غريباً وغير متوقع. فقد حصل له عرضاً أن أخطأ في ربط أسلاكه الكهربائية، مرسلة تياراً مايكروياً (صغرياً) إلى نقطة تلامس الجرمانيوم. فلدى إمداد هذا تيار الضعيف جداً من نقطة تلامس السلك إلى القاعدة، فإنه أحدث «ثغرة» في مقاومة الجرمانيوم لسريان التيار. لقد حول التيار الضعيف الشبه موصل إلى موصل خارق.

كان على باردين أن يعيد عرض هذه الظاهرة مراراً ليقنع نفسه أولاً وزميلي عمله ثانياً بأن هذه النتائج المذهلة لم تأتي بمحض الصادفة. تكررت النتائج ذاتها مرة تلو الأخرى مع أية مادة شبه موصلة حاولوا معها: تيار عالي - مقاومة عالية، تيار واطئ - لا مقاومة فعليّاً.

أسمى باردين هذه الظاهرة بـ «**مقاييس النقل**» أو **transfer resistors** ترانزستورات transistors. لقد وفّرت هذه الظاهرة طريقة للمهندسين لتقديم إشارة ضعيفة وكذلك تنشيطها بأضعاف عدة لقوتها الأصلية. كانت الترانزستورات تحتاج 50/1 من الحيز الذي تشغله أنبوبة مفرغة و 1/1000000 من قدرها وبأداء يفوقها كفاءة. جراء على هذا الاكتشاف، تقاسم الرجال الثلاثة جائزة نوبل في الفيزياء علم 1956\*.

حقائق طريفة: دخل أول راديو بالترانزستور، باسم **ريجنسي** في آر-ون **Regency TR-1**، الأسواق في 18 تشرين الأول (أكتوبر) عام 1954م. كان سعره مساوياً لـ 49,95 دولار أمريكي (ما يعادل 361 دولاراً أمريكيّاً عام 2005م!). لم يحدث إلا في أواخر ستينيات القرن الماضي أن أصبحت راديوهات الترانزستور رخيصة بحيث يقدر كل فرد على امتلاكها.



---

\* تقاسم باردين ثالث جائزة نوبل له في الفيزياء مع عالمين آخرين، هما ليون كورير Leon Cooper وجون شريفر John Schrieffer، عام 1972م. جاء ذلك عقب إثباتهما بنظرية بي. سي. إس BSC theory (حسب أوائل حروف أسمائهم) التي تعبر النظرية القياسية لظاهرة التوصيلية الخارقة. بهذا، يعتبر جون باردين أول شخص ينال جائزة نوبل في الحقل ذاته، وثالث أربعة حازوا عليها موتين (بعد ماري كوري ولينوس باولينج Linus Pauling، ثم تلاه فريدريك سانغر Frederick Sanger) - المترجم.

# الانفجار الكبير

## The Big Bang

سنة الاكتشاف 1948م

ما هذا الاكتشاف؟ بدأ الكون بالانفجار العملاق لنقطة من المادة ذات كثافة لا متناهية وحجم يصاهي حجم الكرة

من المكتشف؟ جورج غاموف George Gamow

ماذا يُعَدُّ هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

إن دراسة تاريخنا وأصولنا ضرورية لفهم هويتنا، وتتضمن هذه الدراسة تاريخ البشر، الحياة على كوكبنا، كوكبنا بذاته، والكون بأسره. لكن كيف لأحد أن يدرس تاريخاً جاء وذهب خفية دون أن يراه أحد قبل بلايين السنين الماضية؟

يمثل عمل غاموف أول محاولة جادة خلق وصف علمي معقول لبداية هذا الكون. كان غاموف من أطلق على تلك اللحظة من الولادة المتفجرة اسم «الانفجار الكبير»، الذي لا يزال قيد الاستعمال حتى يومنا هذا. كما كان غاموف ذاًه من استطاع أن يعيده خلق ظروف الكون قبل بلايين السنين بطريقة رياضية، ومن ثم وصف على ضوئها الكيفية التي قادت بها تلك الظروف البدائية إلى الكون الحالي الذي نقدر على رؤيته وقياسه، فكانت اكتشافاته فاتحة لدراسة علمية للماضي السحيق.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1926م، اكتشف إيدينين هابل أن الكون يتمدّد - أي يزداد كبيرة. ولد هذا الاكتشاف تساؤلات لدى العلماء عما بدأ عليه الكون في الماضي: هل كان يتمدّد دائمًا؟ كم كان صغيراً حينذاك؟ هل كانت هناك لحظة ما بدأ فيها؟ كيف بدأ في ذلك الزمان؟

من هذا المنطلق، شرع البعض بتخمين متى وكيف بدأ الكون. ففي عام 1927م، افترض جورجي ليميتري Georges Lemaitre أنه طبقاً لاكتشاف هابل وفي نقطة بعيدة من الماضي، كان الكون بمحمله مضغوطاً في ذرة واحدة من المادة بكتافة لا متناهية، أسمها cosmic egg أو «البيضة الكونية». بحلول عام 1930م، كانت فئة قليلة من العلماء

حاولت وصف هذه «البيضة الكونية» والكيفية التي انفجرت بها لتولد هذا التمدد المستمر لكوننا.

ولد جورج غاموف George Gamow عام 1904م في أوديسا بأوكرانيا. و هو لا يزال طالب فلك شاباً، عُرفت عن غاموف نكاته و مقابلاته و حفلاته الساحرة بقدر ما عُرف عنه علمه. مع ذلك، هاجر غاموف عام 1934م إلى أمريكا واستطاع أن يؤمّن لنفسه درجة الأستاذة (البروفيسورية) في الفيزياء النظرية بجامعة جورج واشنطن في العاصمة الأمريكية. كان هناك عندما سمع غاموف لأول مرة عن مفهوم البيضة الكونية، والمشكلة التي عانتها هذه النظرية من حيث افتقارها لأي مفهوم علمي أو بيانات أو دراسات رقمية يمكن أن تستند لها أو تثبت جدواها.

قرر غاموف أن يستعمل المتاح من أدوات الفيزياء والرياضيات ونظرية الكم ليبرهن فيما لو كان الكون قد بدأ حقاً على هيئة ذرة واحدة بكثافة تعدد القياس، تدعى البيضة الكونية. فاستهل عمله هذا بمعادلات آينشتاين في النسبية العامة.

خلال الأربعينيات من القرن العشرين، أضاف غاموف على خلطته الفيزيائية والكميائية والحسابية عملاً خاصاً به، سبق أن أجراه وأثبت من خلاله أن الفرن السووي للشمس وقوده نوى الهيدروجين التي تحول إلى هيليوم. فاستعمل رياضيات هذا النموذج الأخير ليحدد ما أمكن أن يحدث لمختلف الذرات في كرة نارية بدائية، كما استفاد من البحوث المقدمة عن تطوير القبلة الذرية والبيانات الاختبارية التي تصف الإشعاع عالي الطاقة لمختلف التوابع، وذلك بغية وصف ما حصل داخل نار بحرارة تكاد تكون لا متناهية.

شيئاً فشيئاً، وبناء على هذه المصادر، بدأ غاموف يبني ثوذاً لانفجار البيضة الكونية وللتفاعلات الكيميائية التي حصلت في الثوابي التي تلتة. فأطلق غاموف على هذا الانفجار اسم «الانفجار الكبير»، كما أظهر رياضياً كيف أن الكون عند تلك اللحظة كان مؤلفاً بالأساس من نيوترونات كثيفة التكددس. سمح له ذلك باستعمال الدراسات المتوفرة عن الكيفية التي تتحدد بها البيوترونات - تحت درجات قصوى من الحرارة والضغط - لتكوين نوى أكبر، وتنفصل كذلك إلى بروتونات وإلكترونات لتشكل بذلك الهيدروجين والهيليوم. كان غاموف قادرًا على اقتداء هذا الانفجار الكوني رياضياً من بدء حدوثه فيباعاً عبر الزمن. تضمن هذا الوصف صورة مفصّلة لانفجار كرة النار ثانية بثنائية وأظهر - حسب

قوانين فيزيائية وكيميائية معروفة - كيف نتج عن ذلك الانفجار تركيب وتوزيع المادة التي تزلف كوننا الحالي.

كما بينَ غاموف أن الانفجار الكبير لا بد أولاً دفعه هائلة من الطاقة انتشرت وتجمدت مع تعدد الكون، ولكنها ستبقى «هناك» بحيث يمكن تصفيتها على هيئة «شفق» خافت أو صدى لذلك الانفجار العظيم، ويمكن الاهتداء إليه كحزمة من الضوضاء عند درجة 5 كلفن.

عُثر أخيراً على هذا الإشعاع الخلفي الكوني بأواخر السبعينيات من القرن المنصرم من خلال استخدام تقنيات الفلك الراديو المقدمة، مما أثبت صحة نظرية الانفجار الكبير لغاموف. مستعملاً الفيزياء والكيمياء والرياضيات، اكتشف غاموف ولادة الكون قبل 15 بليون سنة خلت.

  
حقائق طريفة: كان غاموف شخصاً مهيباً الطلة بطول ستة أقدام و وزن يفوق 100 كغم، ولكنه كان كعفريت صغير في مقابلته ومطباته. فقد وصفه صحفي من الاتحاد الدولي للصحافة ذات مرة بأنه «العالم الوحيد من أمريكا الذي يمتلك روح فكاهة حقيقة».

## تعريف المعلومات

### Definition of Information

سنة الاكتشاف 1948م

ما هذا الاكتشاف؟ يمكن للمعلومات أن تسع جميع القوانين الرياضية والفيزيائية الموسوعة لوصف المادة وأن تعمل على غرار المادة الفيزيائية

من المكتشف؟ كلود شانون Claude Shannon

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

في كل مرة تركب فيها أمواج الانترنت، تحمل مقالة ما، تطبع من جهازك للكمبيوتر، تستعمل هاتفًا خلويًا، تستعير قرصاً من الـDVD، فاعلم أنك تفعل ذلك بفضل اكتشاف كلود شانون. اندلعت الثورة الرقمية برمتها مع اكتشاف كلود شانون أن المعلومات يمكن أن تحوّل إلى وحدات رقمية digital bits من المعلومات، وتعامل معاملة أي تدفق فيزيائي للمادة.

جعل شانون من المعلومات فيزيائية بطبيعتها، وسح اكتشافه للعلماء والمهندسين أن يتحولوا من التقنيات التماضية (الآنالوك) إلى الرقمية (الديجيتال)، كما فتح الطريق أمامهم إلى عصر المعلوماتية. لقد دعيت مقالته التي نشرها عام 1948م لوصف الطبيعة الرقمية للمعلومات بِماغنا كارتا<sup>\*</sup> عصر المعلوماتية.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

ولد كلود شانون Claude Shannon في ريف ميشيغان بأمريكا عام 1916م. نشأ هناك ونشأت معه موهبة ومهارة في قضيَا الإلكترونيات، فكان يحول أسوأ طوبلة من

\* ماغنا كارتا (الميثاق الأعظم) Magna Carta: أول دستور مدون في التاريخ الحديث. صدرت مسودة هذه الوثيقة عام 1214م، ثم صادق عليها الملك الإنجليزي جون لاكلاند John Lackland عام 1215م. تنظم هذه الوثيقة العلاقة بين القوى الرئيسية الثلاث في إنجلترا، وهي الملك والبارونات والكنيسة، حيث ألزمت الملك بالقانون الإقطاعي والاحفاظة على مصالح النبلاء. ييعت نسخة نادرة منه بسعر قياسي قدره 3,21 مليون دولار في كانون الأول (ديسمبر) عام 2007م خلال مزاد علني في نيويورك - المترجم.

الأسلك الشائكة إلى نظام تلفون خاص به، ويكتسب التلود من تصليح وإعادة ترميم أجهزة الراديو. ثم درس شانون الدكتوراه في الرياضيات بمعهد ماساشوسيتس التكنولوجي MIT. وصفه أساتذته بالفائق الذكاء ولكن من غير أي يكون مثالاً للطالب الجيد في دراسته، إذ كان يقضي معظم أوقاته في تصميم لعب الأطباقي الطائرة ومكائن قذف الكرات والتقاطها.

على أية حال، أ杰فلت رسالة شانون في الماجستير عام 1938م عالم الفيزياء، حيث وصف فيها الانسجام الكامل بين دوائر الفتح الإلكتروني ورياضيات عصرى القرن التاسع عشر البريطانى جورج بول George Boole. أظهر شانون أن دائرة إلكترونية بسيطة يمكنها أن تنجز جميع العمليات الخاضعة للمنطق الرمزي للعالم بول. كانت تلك المرة الأولى التي يبين فيها شخص ما أن رياضيات أكثر من بسيطة يمكن تجسيدها في دوائر إلكترونية. فتحت رسالة هذا الطالب الباب على مصراعيه لتطوير الكمبيوترات الرقمية، التي ظهرت بعد ذلك بعقد من الزمان.

عقب تخرجه، وُظِّف شانون من قبل مختبرات تلفون بيل في نيو جيرسي. كان المهندسون هناك يعانون من مشكلة: كيف يمكنهم حشو مزيد من «المعلومات» في سلك صاحب أو قناة موجية دقيقة (مايكرو-ويفية)!؟ فأوكلوا المهمة إلى كلود شانون، رغم أنه عُرف أكثر بر Kob درجة أحادية العجلة عبر ردهات المختبر.

تجاوز شانون محاولات غيره في العمل مع أنواع معينة من المعلومات - نص، أرقام، صور، أصوات... الخ. كما قرر ألا يعمل على أية طريقة من طرق نقل المعلومات - الأسلك، أمواج الصوت عبر الماء، الموجات الراديوية، الموجات الدقيقة... الخ. بدلاً من كل هذا، قرر شانون أن يركّز على سؤال أساسي جداً لم يفكِ أحد بدراساته: ما هي المعلومات؟ ما الذي يحدث عند انتقال المعلومات من المرسل إلى المستقبل؟

كان جواب شانون أن المعلومات تستهلك الطاقة، وتقلل من الشك عند وصولها. يأبسط أنواعها (ذرة أو كمًا من الطاقة)، فإن المعلومات تحيب سؤالاً بسيطاً من نوع نعم/لا، هو الذي يقلل (أو يزيل) الشك بدوره. ارم قطعة نقدية، هل ستكون صورة أم كتابة؟ أنت لا تعرف، ولست متأكداً حين استقرار القطعة، حينها ستحصل على المعلومة: نعم أو لا، كانت صورة أم لا. لا (شك) بعد الآن، تلك هي (المعلومة)!

أدرك شانون أن بإمكانه تحويل جميع المعلومات إلى شرط طويلاً من وحدات معلوماتية منفردة بشكل نعم/لا، وبأن التيارات الكهربائية مثالية لمعاملة ونقل هذا النوع من المعلومات الرقمية. بهذه الطريقة، حول شانون المعلومات -بأي نوع كانت- إلى شرط من التعمّمات واللاءات الرقمية (آحاد وأصفار).

كان شانون قادراً على تطبيق القوانين الفيزيائية على سیول المعلومات، وأظهر بأن هناك حد لكمية المعلومات التي يمكن دفعها خلال أية قناة للاتصالات - تماماً مثل كمية الماء التي يجد دفعها خلال خرطوم ما بغض النظر عن مدى كبر الضغط. كما اشتق معادلة رياضية ليصف العلاقة بين مدى الترددات المتوفّرة لحمل المعلومات وكمية المعلومات التي يمكن حملها، والتي أصبحت ما نسميه الآن «عرض الموجة».

جعل اكتشاف شانون من المعلومات فيزيائية وسهلة العمل بها مثل ماء يتدفق خلال أنبوبة أو هواء يضخ من خلال توربينة. وهذا، اكتشف شانون ماهية المعلومات وفتح الباب لعصرنا الرقمي الحديث.

حقائق طريقة: هناك 6000 فيروس كمبيوتي جديـد يطلق شهرياً.



## الموَرثات المتقافزة

Jumpin' Genes

سنة الاكتشاف 1950 م

ما هذا الاكتشاف؟ الموَرثات ليست مثبتة بشكل دائم على الكروموسومات،  
لكن يمكن ان تفتر من مكان إلى آخر

من المكتشف؟ باربارا مكلينتوك Barbara McClintock

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

وافق كل باحث في العالم بأن الموَرثات مصوففة على امتداد الكروموسومات بواقع ثابتة كقطع لؤلؤ في عقد. عاملة لوحدها بعقل ذرة صغير في مهب الريح عند بناء كولد سبرينغ بجزيره لونغ في أمريكا، أثبتت باربارا مكلينتوك أن كل عالم وراثة آخر في العالم كان على خطأ.

من خلال دراستها للذرّة البرية بعناية، وجدت باربارا مكلينتوك بأن الموَرثات لا (يعكها) التكافر فقط، بل تكافر (فعلاً) بشكل منتظم ومستمر من مكان لآخر على الكروموسوم، كما وجدت أن موَرثات مسيطرة قليلة توجّه هذه الموَرثات المراسلة المتقافزة لتغيير أماكنها وبالتالي تشغيل أو إيقاف تشغيل الموَرثات المجاورة في مكانها الجديد.

أصبح عمل باربارا مكلينتوك حجر أساس لعدد من الإنجازات الكبيرة في مجال الطب ومكافحة الأمراض. وصفت لجنة جائزة نوبل عام 1983 العمل الرائد لباربارا مكلينتوك بأنه «واحد من أعظم اكتشافين اثنين في علم الوراثة بزماننا هذا».

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بشهادة Ph.D في علم الوراثة، عاشت باربارا مكلينتوك Barbara McClintock في شقة مرئية من غرفتين تعلو المراقب الأخضر الزاهي لمديرية بحث بناء كولد سبرينغ التابعة لمعهد كارنيجي.

\* الاكتشاف الآخر هو فك تركيب الـ DNA من قبل واطسون وكريick عام 1953م - المترجم.

كانت باربارا امرأة صغيرة ضئيلة البنيان، بالكاد تبلغ حمزة أقدام طولاً وبوزن أقل من 90 رطلاً. كان قد أصاب وجهها ويديها التجاعيد والخشونة من طول العرض للريح والشمس.

كان ميناء كولد سبرينغ هذا عبارة عن منطقة نائية منعزلة شمال شرقى جزيرة لونغ، تميز بكثرة هبوب الريح فيها وبكتابتها الرملية المدحرجة وأعشابها الشاطئية التمايلية. منحنية بجسدها في حقل ذرة بمساحة نصف فدان متذبذبة بين تجمع مبانى المديرية والمياه الملاطمة لضيق جزيرة لونغ، زرعت باربارا حبوب الذرة يدها جبة تلو الأخرى ضمن صوف مرتبة بعناية.

كان عام 1950 هو سادس عام لباربارا وهي تزرع وتنمى وتدرس مورثات نباتات الذرة وهي تتنقل بين الجيل الآخر. عادة ما كانت تشعر بنفسها مزارعة أكثر من كونها باحثة وراثية.

الكيفية التي قضت بها باربارا أيامها كانت تعتمد على فصول السنة. ففي الصيف، كانت تقضي معظم وقتها في حقل الذرة وهي ترعى وتروى النباتات التي تستخرج لها محصولها من البيانات لتلك السنة، فنزيل الأعشاب الضارة والحيشات والأمراض التي يمكن أن تفتت بتجاربها. أما في الخريف، فكانت تقصد كل سنبلة يدها، فتصنفها، وتببدأ بتحليلها المختبري لمعنى وتركيب كل مورثة على كروموسومات كل سنبلة منها على حدة. كان مختبرها مؤلفاً من ميكروسكلوب قوي واحد، بعض الأطباق المخبرية الكيميائية، وأكdas من السجلات اليومية لتدوين ملاحظاتها. كان هذا العمل يستهلك ساعات الشتاء الطويلة لباربارا.

في الربع، كانت باربارا تقسم وقها بين التحليل الرقمي لبيانات العام الفائت والتخطيط الميداني والتحضير للجيل التالي من نباتات الذرة.

اقتفت باربارا بدقة الطفرات اللونية والأنمات والتغيرات الخاصلة عاماً بعد آخر واكتشفت بأن المورثات ليست ثابتة على امتداد الكروموسومات - كما اعتقاد الجميع، ولكن ياما كانها الحركة، أو بالأحرى تتحرك فعلاً. بدت بعض المورثات وكأنها توجه المورثات الأخرى فتعملي عليها مكان ذهابها وزمان عملها. كانت هذه الموجّهات الوراثية تحكم بحركة وعمل المورثات الأخرى التي انصاعت لها بالتقافز بين مكان وآخر ومن ثم إشغال - أو إيقاف اشتغال - ما يجاور مكانها الجديد من مورثات.

بدا الأمر وكأنه بدعة علمية. فقد ناقض كل كتاب ومرجع في علم الوراثة، كل بحث منشور عن الوراثة، وكذلك أفضل العقول وأكثر معدات البحث تطوراً على وجه الأرض. بنهاية موسم حصاد عام 1950م، كانت باربارا في حيرة من أمرها حيال نتائجها. وأخيراً، قررت أن تنتظر بيانات عام آخر.

قدمت مكلينتوك بحثها عام 1951م بالندوة الوطنية للبحث الوراثي. كانت الغرفة تتسع لمائة شخص، لم يحضر منهم سوى ثلاثة، بينما تلوكآ آخرون بالمجيء أثناء إلقائها للمحاضرة.

لم يُسأل أي سؤال، فالقلة التي بقىت في الغرفة حين انتهائها رحلت ببساطة دون أن تتبس بمن شفه.

كما جرت العادة أن يحدث مع كل فكرة جذرية جديدة، ثُبّذت باربارا من قبل الحضور هزة كف تدل على كثير من الضجر واللامبالاة. فقد تجاهلوها لأنهم لم يقدروا على، فيما تطبيقات ما تقول.

عادت باريara وهي تحترق وراءها أذىال يؤس والإحاطة لتجني حقلها للثمرة وتبعداً  
بتخلصاً، مخصوصاً السنة السابعة\*\*.

على أية حال، احتاج المجتمع العلمي 25 سنة أخرى لفهم أهمية اكتشاف باربارا مكليستنوك.

**حقائق طريفة:** أصبحت باربارا مكلينتوك أول امرأة تُمنح جائزة نوبل في الفيزياء أو الطب دون مشاركة. لدى وفاتها عام 1992م، اقترحت إحدى صفحات نعيها بأنما يُعَنَّ أن تُعد بحق أعظم شخصية بيولوجية في القرن العشرين.

\*\* وصفت باريلا مكلينتو克 ردة فعل علماء الوراثة حينها بالـ «المربيك»، حتى «العدواني» ولكن «عندما تعرف أنك على حق، فإنك لا تهتم بما يفكر فيه الآخرون. إنك تعلم جيداً بأن يوماً لا بد آت، عاجلاً أم آجأ، وتحل هذه الحق»—المترجم.

## الاندماج

### Fusion

سنة الاكتشاف 1951 م

ما هذا الاكتشاف؟ نقيض الانشطار، الاندماج يتضمن اتحاد نواني ذرتيں إلى ذرة واحدة أكبر حجماً، مع تحرير كميات هائلة من الطاقة  
من الكتشف ليمان سترر Lyman Spitzer

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

طاقة الاندماج هي قدرة الشمس، فهي مصدر قدرة لا ينضب يمكن صنعه من الهيدروجين والهيليوم - العنصرين الشائعين في القشرة الأرضية. يعتبر الاندماج نظيفاً وصديقاً للبيئة غير ملوث لها. تحدثت النظريات عنه خلال العقود الأول والثانية من القرن العشرين، ثم وصف رياضياً خلال عقده الثالث. وأخيراً، اكتشف (ظهر مختبرياً) عام 1951 م، ل تستمر تقنية الاندماج في صنع القبلة الهيدروجينية بعد فترة وجيزة.

شهد الاندماج كل هذه التطورات خلال القرن العشرين إلا واحداً: لم يتم تحويله بعد إلى واقعه العملي الموعود، فلا زال يعمل بين جدران المختبر فقط. لكن لو أصبح بالإمكان تحويل هذا الاكتشاف إلى حقيقة عملية، فإنه سيقضي على مشاكل نقص الطاقة لآلاف من السنين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

لطالما اعتقد العلماء بأن الشمس تصدر الحرارة والضوء بحرق مادتها المكونة لها بواسطة عملية احتراق اعتيادية. خلال القرن التاسع عشر، جادلت فئة قليلة من العلماء هذه الفكرة (أبرزهم البريطاني لورد كلفن) بقولها أن الشمس تصدر الحرارة من انكماسها التجاذبي الخاص بها - وبأن هذه العملية لن تدوم أكثر من ملايين قليلة من السنين.

سمحت معادلة آينشتاين الشهيرة ( $\text{طا} = \kappa \text{ س}^2$ ) للعلماء بإدراك إمكانية تحويل كميات قليلة من المادة إلى كميات هائلة من الطاقة. في عام 1919 م، وصف الفلكي الأمريكي

هنري رسيل Henry Russell العمليات الفيزيائية والرياضية التي من شأنها أن تسمح للشمس بدمج ذرات الهيدروجين إلى ذرات الهيليوم وبالتالي تحويل كميات كبيرة من الطاقة خلال هذه العملية، التي عرفت باسم الاندماج. لم يمض سوى عام واحد فقط (1920م) ليتم إثبات صحة هذه النظرية الأخيرة حول طريقة عمل الشمس، وذلك من خلال القياسات الفلكية لفرانسيس آستون\* Francis Aston.

تواجد الاندماج نظرياً، ولكن هل الاندماج شيء يمكن تطويره عملياً على الأرض؟ في عام 1939م، وصف الفيزيائي الألماني هانس بيته\*\* Hans Bethe - بالتفاصيل الرياضية - نظرية تفيد بكيفية صنع تفاعل اندماج على الأرض. لكن كانت هناك مشكلة، إذ أفادت معادلات بيته بأن ذرات الهيدروجين يجب أن تُسخن للدرجة تفوق مليون درجة سيليزية (180 مليون درجة فهرنهايت) وتُضغط إلى مجال صغير بحيث تصادم البروتونات في نوى الهيدروجين وتندمج إلى ذرات الهيليوم. لم يكن هناك من مادة أو قوة معروفة بإمكانها أن تحقق هكذا عمل خارق.

أسس الدكتور ليمان سبتر Dr. Lyman Spitzer مختبر فيزياء البلازماء بجامعة برينستون الأمريكية عام 1948م، وسرعان ما أدرك بأن الطريقة الوحيدة لاحتواء تفاعل الاندماج هي باستعمال مجال مغناطيسي عالي الطاقة. فقام سبترر بإحاطة أنبوب (يشبه المكعكة المستديرة المقلية) بجوي غاز الهيدروجين بملف سلكي لإحداث مجال مغناطيسي يعمل على حبس ذرات الهيدروجين بينما كانت أجهزة الليزر تقوم على تسخينها لملايين الدرجات.

مرة أخرى، كانت هناك مشكلة. عندما قام سبترر بلف آلاف اللفات نحو الأسفل من خلال وسط الأنابيب، ثم نحو الأعلى على امتداد سطحه الخارجي، حدث طبيعياً أن تجمعت الأسلامك بكثافة أكثر داخل الأنابيب عن خارجه، مما أدى إلى توليد مجال مغناطيسي

\* فرانسيس آستون (1877-1945م): كيميائي وفيزيائي بريطاني، اخترع جهاز المطياف الكتلي mass spectrometer المستخدم في قياس الكتل الذرية النسبية والتواجد النسبي للنظائر وكذلك لأغراض التحليل الكيميائي ودراسة الفيصلات الأيونية. نال جائزة نوبل في الكيمياء عام 1922م - المترجم.

\*\* هانس بيته (1906-2005م): فيزيائي ألماني - أمريكي حاز على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1967م عن نظريته في التشكيل النبوي النجمي stellar nucleosynthesis. عمل على تطوير أولى التقابل الذري، كما لعب دوراً بارزاً في تطوير القبلة الهيدروجينية - رغم أنه انضم إلى المشروع أولاً بإثبات استحالة صنعها بالأساس. وصف بأنه «أبرز حلّل للمسائل في القرن العشرين» - المترجم.

أقوى على السطح الداخلي (مركز) الأنوب قياساً بالمتولد على الخارج، واندفعت ذرات الهيدروجين خارج الأنوب بسرعة قريبة من سرعة الضوء. لم يعمل مولد الاندماج هذا عمله.

بعدها اكتشف سبتر علاجاً مدهشاً، إذ لوى الأنوب الحاوي على ذرات الهيدروجين من شكله الشبيه بالكعكة المستديرة إلى شكل شبيه بالرقم 8. فلما تسارع الهيدروجين خلال هذا الأنوب الملوى، فإنه قضى جزءاً من كل دورة بالقرب من السطح الداخلي للشكل 8 وجزءاً قرب السطح الخارجي، وبالتالي بقي دون أن يُسحب خارجاً بتأثير الاختلافات في المجال المغناطيسي.

في عام 1951م، أنهى سبتر العمل على مولد الاندماج بلا زما الهيدروجين الأول هذا، وأسماه *stellarator* «الستيلاراتور أو مفاعل الاندماج النجمي» -إشارة إلى شكله الشبيه بالنجمة. كان أول تشغيل للستيلاراتور لمدة جزء صغير من الثانية طالما أن صاحبه لم يكن متأكداً بعد من أن بلا زما الهيدروجين الفائقة الحرارة لن تحول إلى قبلة هيدروجينية.

لنصف، ثانية مجيدة واحدة، توهجت كتلة الغاز توهج نجوم السوبرنوفا العملاقة عند تفجرها، كأنها شمس متوجحة ساطعة وهي تحرق بدرجة 70 مليون فهرنهايت (38888871 درجة سيلزية). بحرارة وبريق يفوقان الخيال، أخذ الغاز هيئة حوض من بلا زما الهيدروجين قطره قدمان يستشيط غلياناً بقوة انفجارية، ثم بدأ ينفت ليأخذ لوناً أرجوانياً باهتاً. وأخيراً، بعد ثانيةين من بدء إشعاله، تحول إلى الأسود من جديد.

لللحظة واحدة، حضر ليمان سبتر نجماً جديداً - تقريباً. الأهم من هذا، اكتشف أن الاندماج ممكن على سطح الأرض.

**حقائق طريفة:** كمصدر طافي بديل، للاندماج فوائد كثيرة، بما فيها:  
توافر عالمي طويل المدى من الوقود الرخيص، عدم التسبب بتكون أمطار حامضية أو إنبعاثات الغازات الدفيئة، انعدام احتمال حدوث تفاعل متسلسل سريع الانطلاق، نواتج عَرَضية لا يمكن استعمالها لصنع الأسلحة، ومشاكل أقل بالنسبة للتخلص من المخلفات.



# أصول الحياة

## Origins of Life

سنة الاكتشاف 1952م

ما هذا الاكتشاف؟ أول إعادة مختبرية للعملية الأصلية التي تولدت لها الحياة على الأرض

من المكتشف؟ ستانلي ميلر Stanley Miller

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لطالما كان أحد أعظم الألغاز في الوجود: كيف تكونت الحياة للمرة الأولى على هذا الكون؟ وكثُرت النظريات. لقد تم العثور على بكتيريا لا توجد على الأرض بشكل طبيعي في نيازك وجدت بالقاربة القطبية الجنوبيّة. فالحياة هنا ربما أتت من كوكب آخر!

على مدى أكثر من مائة سنة، كانت النظرية العلمية الأكثر شعبية هي القائلة بأن الحياة (جزيئات الـDNA) قد تطورت أولاً من الأحاسِض الأمينية التي تولدت بطريقة ما في الخليط الكيميائي الحسائي للبحار الأولى. لقد كانت مجرد نظرية – وإنحظت بقاعدة شعبية واسعة – حتى جاء ستانلي ميلر ليعد توليد ظروف الخليط المبكرة في مختبره، ويظهر بأن الأحاسِض الأمينية أمكنها فعلاً التكون من هذا الحساء الكيميائي. لقد كان هذا أول برهان مختبري وأول اكتشاف علمي يدعم النظرية القائلة بأن الحياة على الأرض قد تطورت من المركبات الغير العضوية في الخليطات، فأصبحت حجر أساس في هيكل العلوم الحياتية منذ ذلك الحين.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بحلول عام 1950م، كان العلماء قد استعملوا طرقاً مختلفة ليحددوا أن الأرض بعمر 4,6 بليون سنة. على أية حال، لم تتعد أقدم تسجيلات المتحجرات حتى للخلايا البكتيرية الصغيرة عمر 3,95 بليون سنة. هذا يعني أن الأرض ظلت تدور في الفضاء لأكثر من بليون سنة على هيئة كوكب لا حياة فيه، قبل أن تظهر عليها الحياة فجأة لعم جميع أصقاع المعمورة.

كيف، إذن، بدأت الحياة؟ اتفقت الأغلبية من العلماء على أن الحياة قد انبثقت من مواد كيميائية غير عضوية. رغم أن هذه النظرية قد بدت معقولة في نظرهم، إلا أن أحداً لم يكن متأكداً من حدوثها على أرض الواقع.

خلال أواخر الأربعينيات من القرن المنصرم، انضم الكيميائي هارولد يوري<sup>\*</sup> Harold Urey من جامعة شيكاغو إلى فريق من علماء الفلك والكون ليحددو ما بدت عليه البيئة المبكرة لكوكب الأرض. توصل هؤلاء إلى أن الجو الأولى للأرض كان يشابه باقي الكون - 90% هيدروجين، 9% هيليوم، مع نسبة 1% الأخيرة للأوكسجين والكاربون والنيدروجين والنيون والكربون والسيلكون والخديد والأرغون. من هذه المواد جيّعاً، لا يتفاعل الهيليوم والأرغون والنيون مع العناصر الأخرى لتكون مركبات كيميائية.

حدد يوري عبر التجارب التي أجراها أن العناصر المتبقية (في تركيبهم الاحتمال للغلاف الجوي المبكر للأرض) قد اندمجت لتكون الماء والميثان والأمونيا وكربونات الهيدروجين.

فأتجه دفة الحديث إلى ستانلي ميلر Stanley Miller. ففي عام 1952م، قرر هذا الكيميائي البالغ من العمر اثنين وثلاثين عاماً أن يضع هذه النظرية السائدة تحت الاختبار ليرى فيما لو أمكن للحياة أن تتنشج من خليط يوري للمركبات الكيميائية. قام ميلر بتعقيم شبكات طويلة من الأنابيب الزجاجية والدواрок والأكواب المختبرية، فبني ما يشبه مجموعة متعددة من الأعمدة في مختبره وألزم بها الدواрок والأكواب المختبرية وأنابيب التوصيل الزجاجية هذه. ملاً أحد الأكواب الكبيرة بالماء المعقم، والدواрок الأخرى بثلاث غازات عيّتها يوري ضمن الغلاف الجوي المبكر للأرض - الميثان والأمونيا وكربونات الهيدروجين.

قام ميلر بغلق كوب الماء ببطء بحيث يسمح لبخار الماء بالتصاعد إلى «جوه» المغلق لدهليز من الأنابيب الزجاجية والأكواب المختبرية. هناك، اختلطت مع الغازات الثلاثة الأخرى بشكل دوامات من السحب في كوب مختبري معنون بعبارة «الغلاف الجوي».

ادرك ميلر أنه يحتاج مصدراً للطاقة لإطلاق معداته الكيميائية هذه. حدد العلماء الآخرون أن الجو المبكر للأرض تحتوى بروقاً مرعدة وعواصف متوجهة بشكل مستمر تقريباً. قرر ميلر أن يصنع برقاً اصطناعياً في غلافه الجوي، فربط بطارية إلى الكترودين

\* هارولد يوري (1893-1981م): فيزيائي وكمياني أمريكي أشتهر باكتشافه للديتريوم (الميدروجين الثقيل) عام 1932م، فnal عليه جائزة نobel في الكيمياء عام 1934م - المترجم.

وشن صعقات برقية خلال حجرة «الغلاف الجوي». كان هنالك أنبوب زجاجي يخرج من هذه الحجرة مارأً بملف للتبريد. هناك، تكشف بخار الماء من جديد وتقاطر في كوب للتجمیع مربوط إلى الكوب الأصلي للماء.

بعد أسبوع من التشغيل المستمر لجوه المغلق الدورة، حلل ميلر بقايا المركبات التي استقرت في كوكب التجمیع لظامه. فوجد بأن 15% من الكاربون في نظامه قد تحول الآن إلى مركبات عضوية، و 2% قد شكّل أحاضاً أمینیة حقيقة (المكونات الرئيسية لتركيب البروتينات). تعجب جميع العلماء فعلاً من السهولة التي حضر بها ميلر الأحاض الأمینیة - المكونات الأساسية للحياة العضوية وفي غضون أسبوع واحد فقط!

في عام 1953م، اكتشف تركيب جزيئه الـDNA أخيراً. فكانت تركيبتها تتطابق جيداً مع الطريقة الأكثر احتمالاً لاتحاد جزيئات الأحاض الأمینیة لإنتاج سلاسل أطول من الحياة. كانت ذلك دليلاً آخر داعماً للفكرة التي اكتشفها ستانلي ميلر حول طريقة بدء الحياة على الأرض.

حقائق طريفة؛ هنالك 20 نوعاً من الأحاض الأمینیة. ثمانية منها هي «الأحاض الأمینیة الأساسية essential amino acids» التي لا يقدر جسم الإنسان على صنعها، وبالتالي يجب الحصول عليها من الطعام.



# الحمض النووي DNA

سنة الاكتشاف 1953 م

ما هذا الاكتشاف؟ تركيب وشكل الجزيئه التي تحمل المعلومات الوراثية لكل كائن حي  
من المكتشف فرانسيس كريك Francis Crick و جيمس واتسون James Watson

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

صنع الباحثين البريطانيين فرانسيس كريك وزميله الأمريكي جيمس واتسون أول نموذج دقيق للتركيب الجزيئي للحمض النووي الريبي منقوص الأوكسجين، أو DNA، الذي يعتبر الشفرة الرئيسية لبناء وعمل جميع الكائنات الحية. عُدَّ هذا الاكتشاف من قِبَل الكثيرين بأنه «اكتشاف الأكْثر أهمية للقرن».

أتاح اكتشاف تركيب جزيئة DNA لعلماء الطب فهم وتطوير علاجات للعديد من الأمراض المميتة، مما أدى إلى إنقاذ حياة ملايين من البشر. الآن، دخل علم DNA أروقة المحاكم على نطاق واسع، كما قاد هذا الاكتشاف لفك الجينوم البشري ولوعد باكتشاف علاجات لآفات خطيرة وعاهات خلقية مختلفة أخرى.

لقد أعادت اكتشافات كريك التركيب ووظيفة DNA صياغة دراسة علم الوراثة، فأولدت حقل الأحياء الجزيئية، وأعطت اتجاههاً جديداً لخشد من المساعي والجهود في ميادين الطب المختلفة.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بدت الغرفة وكأنها احتضنت توأً احتفالاً للصغرى فهاجرت وماجت بهم وبقطع العابهم المئوية، أو كأنها غرفة ألعاب في مدرسة ابتدائية لأولاد مفعمين بالنشاط. فيها هو السقف وقد تدللت منه منحوتات متحركة<sup>\*</sup> من الأسلام المتشابكة، خرزات ملونة، شرائط من

\* التَّحْتُ المتحرّك mobile نوع من أعمال النحت نشا في أوائل القرن العشرين، يتميّز عن الأنواع الأخرى بأنه يحقق تعبيره أو مغزاه عن طريق الحركة، بينما تتحقق أعمال النحت التقليدية تعبيرها بترتيبها

صفائح معدنية، قصاصات من ورق المقوى، مسامير وكرات خشبية - فيتراءى للناظر وكأنه في غارة أسطورية بأعمدتها الكلسية الهاابطة. أما أرضية الغرفة والمناضد فكانت تعج ببعضها البعض، المقصات، قطع القصدير، صفحات تحوي معادلات معقدة، أكdas من التقارير والبحوث العلمية، وألواح فوتografية بصور بلوريّة سينية مشوّشة.

الرمان.. عام 1953م، والمكان.. المكتب الموجود بالطابق الثاني في بناء عمرها ثلاثة عشر عام ضمن حرم جامعة كامبردج، تقاسمه كل من فرانسيس كريك Francis Crick وجيمس واتسون James Watson.

لم تكن المحوّرات المتحرّكة مجرّد ألعاب لا طائل منها لطالبين يتعلّقون بوقت وافر للعب والمرح، بل كانت تمثّل تجاهوداً مضنيّاً ودؤوبّاً منهما في سبيل الظفر بالسباق العالمي لحلّ لب الحياة وصيغته، وذلك من خلال فك طلاسم شكل جزيئية الـ-DNA.

بحلول عام 1950، كان البابايو كيمائيون قد استنتجوا أن نواة الخلية كانت الحاملة للمعلومات الوراثية. كان أساس اللغز يكمن في كيفية إستنساخ جزيئه الـDNA الضخمة للذاهما ب بحيث تستطيع أن تمرر هذه المعلومات إلى خلية جديدة، كائن جديد، وبالتالي جيل جديد. من أجل الإجابة على هذا السؤال، كان على أحد ما أن يعيَّن أولاً الشكل الذي يبدت عليه جزيئه الـDNA العملاقة هذه.

في كامبردج، انضم كرييك إلى البيولوجي الأمريكي جيمس واتسون على اتفاق التضارف بجهودهما لبناء نموذج جزيئه الـDNA، في حين اتبع كل منهما دراسته المنفصلة وأطروحة بحثية خاصة به.

بحلول عام 1951م، بدأت مقاطع ومقادير صغيرة من المعلومات تبزغ شيئاً فشيئاً حول الـ DNA في مناطق متعددة من العالم. فقد اكتشف إرورين تشاراغاف \*\* Erwin

لأشكال الصامدة الثابتة. يعتبر النحات الأمريكي ألكسندر كالدير Alexander Calder أول من أبدع أعمالاً فنية متراكمة حقيقة. وترتبط هذه الكلمة عموماً بنوع الفن المتحرك غير المدار آلياً، والذي بدأ كالدير في صنعه عام 1934م، مستخدماً الأسلال وأشكال الصفيحة المدهونة - المترجم.

\*\* إبرهين تشارغاف (1905-2002م): بايوكيميائي متساوي- أمريكي، ساهم في بلورة فكرة التركيب الحلزوني المزدوج للـ DNA. عمر الثلاثين، كان قد نشر ثلاثة تقارير علمية، كما كتب 15 كتاباً و 450 تقريراً منشراً بكافة المواضيع. اشتهر عنه قوله: «إن تقنية الهندسة الوراثية تشكل هديداً للعالم أكبر من التقنية النووية. أتمنى آلا تكون متواطهاً في هذا الذنب» - المترجم.

أن هناك نسبة محددة من التسلسلات النيوكليوتيدية في قواعد DNA، مما يرجح تواجد علاقة مزدوجة بينها. أما أوزوالد افيري \*\*\* Oswald Avery، فأجرى تجرب على DNA البكتيريا مظهراً بأنه الحامل للمعلومات الوراثية في الخلية. ومن جانبه بنى لينوس باولينغ\*\*\*\* Linus Pauling لفكرة عامة تفيد بشكل ألفا حلزوني لبعض السلاسل من البروتينات. حاول كريك وواطسون أن يجمعوا هذه الدلائل المنفصلة ضمن تركيبة بنائية واحدة. مستعملين قطعاً صغيرة من السلك، خرزات ملونة، صفائح معدنية، وقصاصات من ورق المقوى، علق كريك وواطسون خاذج حلزوني محتملة على مكتبهما المشترك. كان ظنهما صائباً بتشكل سلسلة رابطة من السكر والفسفات للعمود الفقري حلزون DNA، كما ربطا المزدوجات القاعدية من الببتيدات بطريقة صحيحة. مع ذلك، لم يتوافق النموذج مع ما كان متاحاً من البيانات الدقيقة.

شهدت جامعة كامبردج محاولات أخرى، منفصلة عن محاولات كريك وواطسون، قامت بها روزاليند فرانكلين Rosalind Franklin مستعملة تقنية التصوير البلوري السيني لخلق صور ثنائية الأبعاد لجزئية DNA. في منتصف كانون الثاني (يناير) من عام 1953م، أعادت روزاليند تصميم كاميرات الأشعة السينية التي استعملتها، فأظهرت الأفلام السينية الناتجة عن هذه الكاميرات الصورة المعروفة الآن على هيئة حرف X، التي افترحت شكلاً حلزونياً لجزئية DNA.

بعدما جاءته البلاغات السرية عن المعلومات الجديدة بحوزة فرانكلين، تعمّد كريك سرقة إحدى الصور السينية التي تظهر الشكل X من روزاليند. أخيراً وضعت هذه المعلومة المسروقة كلاماً من كريك وواطسون على طبيعة السباق لحل مسألة تركيب DNA.

---

\*\*\* أوزوالد افيري (1877-1955م): عالم أمريكي كندي المولد، يعد من أوائل المايكلرو بولوجين ورائداً من رواد علم الكيمياء المناعية. وصف بأنه أكثر شخص استحق جائزة نوبل ولم ينالها - المترجم.

\*\*\*\* لينوس باولينغ (1901-1994م): عالم وكاتب وناشط سلمي أمريكي، يعتبر واحداً من أكثر العلماء تأثيراً في تاريخ الكيمياء، وثاني الذين ينال جائزة نوبل في حقلين مختلفين (بعد ماري كوري). نال أول جائزة نوبل له في الكيمياء عام 1954م على شرف "بحثه في طبيعة الأوصار الكيميائية وتطبيقاتها وكذلك في توضيح تركيب المواد المعقدة"، أما الثانية فكانت في السلام عام 1963م «لوقفه ضد تجارب صنع واستخدام الأسلحة النووية ودوره في حل التزاعات الدولية» إبان الحرب العالمية الثانية - المترجم.

فبحلول منتصف شهر شباط (فبراير) من ذلك العام، كان قد صنعا أول نموذج بنائي كامل لجزيئة الـDNA، مستخدمين الشكل الحلزوني المزدوج المعروفاليوم، على هيئة سلسليتين لوليتين ملفوفتين على بعض \*\*\*\*.

حقائق طريفة، لو قوّمت كل شريط من الـDNA من كل خلية في جسمك وربطت هماييهما بعض، فإنك ستحصل على ما يقارب 9 ملايين كم من الـDNA. وهو ما يكفي للانتقال إلى القمر 13 مرة ذهابا وإيابا!



---

\*\*\*\*\* حاز كرييك و واطسون على جائزة نوبل في الطب أو الفسيولوجيا عام 1962م، بينما حررت فرانكيلن من هذا الحق نظراً لوفاتها بعمر مبكر عام 1958م متأثرة بمضاعفات سرطان المبيض - الترجم.

## انتشار قاع البحر

### Seafloor Spreading

سنة الاكتشاف 1957 م

ما هذا الاكتشاف؟ تتحرك قيعان المحيطات ببطء، منتشرة من تصدعات وسطية، لتحمل القارات على ظهورها في هذه الأثناء  
من المكتشف؟ هاري هيس Harry Hess

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

نحن ندرك الآن بأن قارات الأرض تتحرك. فقد الجرفت عبر سطح الأرض على مرات الملايين من السنين. ربما اطلعت على صور توضح شكل الأرض قبل 500 مليون سنة خلت، ولكن قبل 60 سنة فقط، لم يصدق أحد إمكانية تحرك القارات الضخمة، ولم يستسيغوا وجود أية قوة من الكبر بحيث تحرك قارات شاسعة تزن تريليونات الأطنان.

جاء هاري هيس بعدها ليكتشف نظرية انتشار قاع الحيط. لم يجعل هذا الاكتشاف من حركة القارات أمراً جديراً بالتصديق فقط، ولكن فجأة جعل من فكرة القارات المترفة حقيقة وبرهاناً أساسياً لإثبات ما سبقها من نظريات في هذا السياق جاء بها العالم فينشر. أطلق عمل هيس دراسة تحركات الطبقات الجيولوجية وخلق فهماً جديداً لتاريخ وmekanikas القرصنة الأرضية، كما واستهل دراسة جادة لحركة قارات الأرض في الماضي.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

واقفاً على منصة الربان للسفينة العملاقة الحافرة للمحيطات العميقة في منطقة وسط الأطلسي عام 1957م، راقب قائد البحريه هاري هيس Harry Hess أحد مشغلي الرافعة وهو يتناول مقاطع أنابيب الحفر بمهارة من على هيكل رافعة الحفر الموضوع عالياً فوق ظهر السفينة. لقد كانت تلك المرة الأولى التي تستطيع فيها سفينة أن تختبر وتجمع ثماذج من صميم قاع الحيط بعمق 13000 قدمًا. كان هيس من صمم وأدار العملية، فلا غرو إذن أن أحس بالفخر والسعادة. لكن أظهر الاختبار تلو الآخر أن قاع الحيط تحتم them أقل عمراً من 50 مليون سنة - منافياً كل نظرية وضعها وطورها هاري هيس حول قاع الحيط.

بروفيسوراً جيولوجيًّا قبل الانضمام للبحرية، كان هاري هيس قد منح قيادة سفينة النقل العسكري الأمريكية كيب جونسون U. S. S Cape Johnson العاملة في المحيط الهادئ عام 1945م. استخدم هيس نظم سونار البحرية ليعمل أول مسوح صدى صوتية نظامية لقاع المحيط الهادئ وعلى مدى عامين وهو يقطع المحيط جنباً وذهاباً أثناة مهامه البحرية. اكتشف ما يزيد عن مائة من المرتفعات المسطحة القمة المغمورة في الماء على عمق 6000-3000 قدم بين جزر هواي وماريانا. وصف هيس هذه المرتفعات بـ«الجزر القديمة الغارقة» وأسمها الغويو (تكريراً لأرنولد غويو Arnold Guyot، بروفيسور الجيولوجيا ببرينستون).

افتراض هيس بأن الغويو كانت في الأصل جزراً تعود إلى 800 مليون سنة مضت، أي في فترة سبعة ظهور المرجان. وكان برهانه في هذا يستند، جزئياً، على افتراضه بأن التربات المستمرة للرواسب على قاع البحر أدت إلى ارتفاع مستوىه.

عندما تم العثور عام 1956م على متحجرات عمرها 100 مليون سنة فقط في الغويو، غير هيس من نظرته ليقول هذه المرة بأن الغويو كانت بالأصل براكين تعرّت بفعل التأثير الموجي لتصبح مسطحة القمة. تخلى هيس عن هذه النظرية أيضاً عندما بَيَّنت حسابات سرعة التعرية بأن من غير الممكن أن تكون الغويو قد تعرّت بما يكفي لتصل عمقها الحالي.

بعد ذلك وفي العام 1957م، أظهرت نماذج من لب المحيط بأن قاع المحيط الأطلسي يصغر الفارات عمراً وبأن سرعة الترسيب المحيطي أبطأً مما سبق اعتقاده. كان على هيس أن يبحث عن نظرية أخرى من جديد.

لحسن الحظ، سمح له مسحه عام 1957م بجمع نماذج من لب الأطلسي لأكثر من عشرين موضعاً. أظهرت هذه الفحوصات بأن قاع المحيط قد ازداد تدريجياً بالعمر كلما تحرك بعيداً عن العرف الموجود وسط الأطلسي Mid-Atlantic ridge نحو أي من القارتين.

لم يكن قاع المحيط ثابتاً والساكن كما ظن الجميع، بل لا بد أنه كان ينتشر ويتحرك وكأنه على حزام ناقل عملاق، سائراً ببطء السنة تلو الأخرى بعيداً عن العرف وسط المحيط. برر هيس نظريته الجديدة بصعود الصهارة (الصخور المنصهرة) من وشاح الأرض عالياً خلال التصدعات المحيطية وليتشر جانبياً عبر قاع المحيط. عندما بردت هذه

الصهارة، فإنما شكلت قشرة محيطية جديدة. قدر هيس بأن القشرة المحيطية تنتشر خارجاً على امتداد العرف الذي يتوسط المحيط بمقدار إنش أو اثنين كل سنة.

اشتهر اكتشاف هيس بمصطلح انتشار قاع المحيط وكان الشرارة لاندلاع ثورة دراسة تحركات الطبقات الجيولوجية التي شهدتها أواخر السبعينيات وأوائل السبعينيات من القرن المصرم.

حقائق طريفة، يتخلص المحيط الهادئ ببطء في الوقت الذي تزولق فيه الولايات المتحدة غرباً. قبل مائة مليون سنة، لم يكن المحيط الأطلسي متواجداً، فكانت أمريكا الجنوبية وإفريقيا ملتحمتين - كما هو الحال بالنسبة لأمريكا الشمالية وأوروبا. لا زال الأطلسي ينتشر ويكبر، كما هو البحر الأحمر كذلك - وبعد 150 مليون سنة، سيكون هذا البحر النحيف بعرض المحيط الأطلسي حالياً!



## طبيعة الجو

### The Nature of the Atmosphere

سنة الاكتشاف 1960م

ما هذا الاكتشاف؟ بعد الجو فوضويًا (مشوشًا) ولا يمكن التنبؤ به

من المكتشف؟ إد لوريتز Ed Lorenz

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كشف إد لوريتز الغطاء عن نظام غير خطى معقد متداخل الاعتماد من المعادلات التي تصف الحركة الحقيقية للجو. فقد أظهر بأن الماذج الجوية تعتمد على الظروف الأولية والحدية (البيانات الابتدائية التي يُمد بها النظام) بحيث تؤدي حتى التغيرات المتاهية الصغر ظاهرياً إلى تغيرات كبيرة في النظام. بعير آخر، عندما ترتف فراشة بجناحيها فوق بكين فإن الماذج قد تبدأ بوضوح بأنها ستغير الجو في نيويورك، مع أن الجميع يسلم بعدم إمكانية حدوث هذا.

لم يكتشف لوريتز كيف يمكن وضع تنبؤات طويلة المدى، ولكن القوى التي تجعل من هذه التنبؤات غير ممكنة. بعدها اكتشف نظرية الفوضى - دراسة النظم الفوضوية والغير المتزقة. يكشف العلماء الآن أن العديد من النظم الطبيعية والحيوية والبيئية يمكن فهمها على النحو الأفضل بالاستناد على نظرية الفوضى قياساً بالأسكال التقليدية للتحليل.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

امتلاك جهاز للكومبيوتر كان شيئاً من الجدة والغرابة في عام 1958م ما يكفي لأن يكون مصدر جذب وإغراء للعديد من أعضاء إدارة معهد ماساشوستس للتكنولوجيا وطلابه، من قاموا برحلات وزيارات إلى مكتب إد لوريتز Ed Lorenz مجرد رؤية عمل هذا الشيء. لكن ما لبثت الإثارة بامتلاك هذا السبق العلمي أن تحولت إلى يأس مرير بالنسبة لصاحبها.

وضع لوريتز مجموعة من المعادلات للعمل كنموذج رياضي لحركة وسلوك العصف الجوي. لاحظ أن تغيرات طفيفة في الظروف البدئية للنموذج سرعان ما أدت إلى تغيرات

ضخمة في الخصلة. كانت الاختلافات الطفيفة البدائة تتضخم دائماً على مر الزمن، بدلاً من التضاؤل أو الاستقرار عند حد طبيعي معين.

لو كان الجو الحقيقي يتصرف على غرار غاذج لوريتز، فإنه قد أثبت تواً استحالة التنبؤ الطويل المدى للطقس طالما أن الظروف البدائة غير معروفة أبداً بالدقة الكافية للح涸لة دون وقوع خطأ فوضوي مضخم. إنه لشعور مقلق وخانق أن تاجر بإثارة الغنور على أداة بحثية جديدة مقابل يأس إثبات أن ميدان عملك كان معايًراً ومحالاً من أساسه.

عندما دخل إد كليه دارقاوث عام 1934م، كان قد عقد عزمه على أن يصبح رياضياً منذ فترة طويلة. فتخرج حاملاً شهادة البكالوريوس في الرياضيات عام 1938م ودخل جامعة هارفارد لتكلمه دراسته. مع اندلاع الحرب العالمية الثانية، انضم لوريتز إلى السلك العسكري الجوي الذي عينه لحضور دروس الأرصاد الجوية العسكرية بمعبد ماشوشيس للتكنولوجيا.

تعلم لورنر هناك أن يعتبر الطقس مجموعة مُؤلفة من الكثافة، الضغط، الحرارة، سرع الرياح الثلاثية الأبعاد، إضافة إلى المحوى الغازي والسائل والصلب للغلاف الجوي. المعادلات التي تصف هذه الجموعة من التغيرات تحدد الظروف الراهنة للطقس، أما نسب التغير في هذه المعادلات فتحدد الأنماط المتغيرة للطقس.

ما لم يتعلمه لوريتز، واكتشفه بعد ذلك بفترة طويلة، أن لا أحد عرف كيف يستخدم معادلات الأرصاد الجوية الغير الخطية والمديناميكية هذه ليتبناها بالطقس بشكل واقعي، وأجمعـتـ الغـالـيـةـ أنـ ذـلـكـ غـيرـ مـكـنـ التـحـقـيقـ. لقد كانت المعادلات معقدة جداً وتطلبت الكثير من البيانات الأولية والخدية.

حاول لوريتز تطبيق المعادلات الديناميكية للتنبؤ بحركة العواصف. نظراً لأن الكومبيوترات لم تكن متوفرة بكثرة في بدايات الخمسينيات من القرن العشرين، فإن معظم عمله كان مُنجزاً على السبورات وبمساطر الحساب والورق وقلم الرصاص. كان كل حساب يستهلك الكثير من الوقت وملأاً للغاية، فلم يتمكن لوريتز من الوصول إلى أية نتائج معقوله خلال حسابه اليدوي لهذه المعادلات.

في عام 1958م، حصل لوريتز على كومبيوتر رویال-مکبی إل جي بي - 30 (بحجم منضدة كبيرة تقريباً) لتطوير مجاميـعـهـ منـ المعـادـلـاتـ الـدـيـنـاـمـيـكـيـةـ الغـيرـ خـطـيـةـ النـمـوذـجـيـةـ.

أظهرت نتائج هذه التشبيهات الكومبيوترية بأن اختلافات أولية صغيرة كانت تتضخم بمرور الزمن، عوضاً عن الرجوع للوضع الاعتيادي بالتدرج. لو كان النموذج صائباً، فالطقس إذن فرضوي بطبعه ولا يمكن التنبؤ به.

بعض سنوات من الاختبار أقنعت لوريتر وآخرين من قسمه بصوابه وصحة نموذجه. فالطقس كان فوضوياً بدلاً من أين يكون نظاماً ممكناً التنبؤ به (نظام التفاعلات بين المواد الكيميائية الغير العضوية، أو السحب التجاذبي). أصبح الدافع لاستعمال أداة جديدة لتكميل مشروع قديم واحداً من أعمق الاكتشافات التي شهدتها علم الأرصاد الجوية. سيظل لوريتر معروفاً بأنه الشخص الذي اكتشف الجو على طبيعته الحقيقية واكتشف وبالتالي حدود الدقة للتنبؤ بالطقس.

حقائق طريفة؛ لعب الممثل جيف غولدمبلوم Jeff Goldblum دور إيان مالكوم Ian Malcolm في أفلام **الـJurassic Parks** أو «الخدائق الجوراسية». مالكوم هو رياضي متخصص بدراسة نظرية الفوضى ويطلق على نفسه «المتخصص بالفوضى». إثبات صحة نظريات الفوضى يعتبر من الأفكار الرئيسية التي تبنيها هذه الأفلام\*.



\* لقد اقحم مفهوم الفوضى الكثير من تفاصيل العلم والحياة المختلفة. وبعد أن آمن العلماء بمحتملة العلم (إمكانية التنبؤ الدقيق بظاهرة ما اعتماداً على دراسة دقيقة لبياناتها الأولية)، جاءت دراسات لوريتر لتؤكد بأن هذه النظم الختامية تتأثر كثيراً بالعوامل الابادنة بحيث يصبح التنبؤ بنتائجها البعيدة المدى ضريراً من المستحيل. فهكذا حالة من «الفوضى» يمكن أن تعرف على أنها «سلوك عشوائي ظاهرياً ضمن نظام حتى ما ينشأ نتيجة حساسية مفرطة بالظروف الابادنة»، ويمثل لها تقليدياً بـ«تأثير الفراشة» - أي عندما تتحقق فراشة بجناحيها في بكين، فإنها يمكن أن تسبب (أو تُقنع حدوث) إعصار في نيويورك بعد فترة!

يمكن أن نفترض هذه الظاهرة بضرب المثال التالي: فلنفترض رجلاً يدعى «أحمد» يعمل طبيباً في مستشفى البلدية، وقد اعتاد على الذهاب يومياً إلى مكان عمله كل صباح بعد تناول الفطور عند الثامنة صباحاً، فيفي هناك لحين الثانية بعد منتصف النهار. وفي أحد الأيام، خرج الدكتور أحمد عن روتينه اليومي وأغتنم فرصة أثناء ساعات عمله لتناول شيء ما في مطعم قريب بالبلدة. وبينما كان يقصد سيارته مسرعاً تحت وطأة الجوع الذي اعتصر أحشائه، فإنه غفل عن إشارة مرورية هراء، فعرض حادث مريع. رغم أن د. أحمد نجا من الحادث، إلا أن السائق الآخر راح ضحيته، تاركاً وراءه طفلًا صغيراً وأرملة شابة لا تزال في مقتبل العمر. الآن، بينما كان د. أحمد جالساً يراجع مسلسل ذاك اليوم المسؤول، تذكر فطاعة الجوع الذي ألم به في عمله فأدى به للخروج طلباً لتناول الطعام. ولكن ما كان

## الكوارك

### Quarks

سنة الاكتشاف 1962

ما هذا الاكتشاف؟ الجسيمات الدون ذرية التي تؤلف البروتونات والبيوترونات  
من المكتشف؟ موري غيل - مان Murry Gell-Mann

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيم؟

اكتشف العلماء ألياف النبات أولاً، ثم الخلايا المنفردة. بعدها تصور العلماء وفهموا الذرات والجزيئات. في مطلع القرن العشرين، اكتشف العلماء الالكترونات ومن ثم وجود البروتونات والبيوترونات. في كل حالة من هذه الحالات، اعتقاد العلماء أهتم أخيراً اكتشفوا الجسيم الأصغر في الإمكان للمادة. وفي كل مرة ثبت خطأ هذا الاعتقاد.

قاد اكتشاف الكوارك (الجسيمات الأساسية التي تؤلف البروتونات والبيوترونات) عام 1962م العلم إلى عالم كمي غريب وشاذ داخل البروتونات والبيوترونات، عالم من كتلة لا كتلة لها وحيث الكتلة والطاقة تبادلان بشكل حر. لقد خطأ هذا الاكتشاف بالعلم خطوة جبارة نحو إجابة أحد أكثر الأسئلة أساسية على الإطلاق: ما الذي تتكون منه المادة حقاً؟ عند كل مستوى جديد يزداد الجواب ويزداد العالم غرابة وعجبًا.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

بعد انسدال الستار على القرن التاسع عشر، صفت ماري كوري الباب المؤدي لعالم

وراء هذا الجوع المفاجئ؟ رجع قليلاً بذاكرته إلى الوراء، فتذكر أنه لم يفطر ذلك الصباح - على غير عادته - بعد أن استيقظ متأخراً من النوم، ثم تذكر أن سبب تأخره في الاستيقاظ كان نومه الشاغر بعد أن شعر بعضة بعوض مفاجئة أيقظته من نومه، فبقي مستيقظاً ولم يستسلم للرقاد إلا مع تasherir الصباح الأولى!

هكذا، عضة بعوض صغيرة تسبب بوفاة شاب وتُبْعِثُ طفل وترمّل امرأة! قد تكون هذه القصة من وحسي الخيال، ولكن تفاصيلها ممكنة الحدوث جداً، بل يمكن أن توحّي لنا بوقائع مشاهدة عايشناها أو سمعنا بها في حياتنا اليومية! - المترجم.

الذرة، فأثبتت بأنماً ليست أصغر جسيم ممكن للمادة. لم تنقض فترة طويلة حتى اكتشف العلماء جسيمين دون ذررين آخرين: الإلكترونات والبروتونات. وفي عام 1932م اكتشف جيمس تشادويك البيترون. مرة أخرى وقع العلماء في شرك الاعتقاد بأنهم كشفوا الغطاء عن الجسيمات الأصغر للمادة.

عندما تم اختراع مسرّعات الجسيمات بمنتصف ثلاثينيات القرن الميلادي، عُيّن العلماء من سحق النيوترونات إلى بروتونات، والبروتونات إلى نوى أثقل ليستطعوا ما قد ينتج عن الصدامات النووية. في حسيّيات القرن المذكور، ابتكر دونالد غلaser Donald Glaser «حجرة الفقاعة bubble chamber»، حيث تم تسريع الجسيمات بدون ذرية لسرعة تقارب سرعة الضوء وبالتالي قذفت داخل هذه الحجرة الواطنة الضغط الملوجة بغاز الهيدروجين. عندما اصطدمت هذه الجسيمات ببروتون (نواة الهيدروجين)، تفكك الأخير إلى مجموعة من جسيمات غريبة جديدة. ترك كل جسيم من هذه الجسيمات أثراً ينتمي إلى فقاعات متباينة في الصغر وهو يتسارع بعيداً عن موقع التصادم. لم يتمكن العلماء من رؤية الجسيمات بحد ذاتها، ولكنهم تمكّنوا من رؤية آثار من الفقاعات ورائها.

كان العلماء في دهشة وحيرة من أمرهم حيال هذا النوع العدد من المسالك الصغيرة على خرائط حجرة الفقاعة (كل منها يشير إلى الوجود المؤقت لجسيم لم يكن معروفاً سابقاً). لم يقدروا حتى على حذر وتخمين ماهية هذه الجسيمات بدون ذرية الجديدة.

ولد موري غيل - مان Gell-Mann في ماهاتن بأمريكا عام 1929م. لقد كان طفلاً معجزة بحق، إذ كان قادراً على ضرب أعداد ضخمة في رأسه وهو لا يزال في الثالثة من عمره، وفي عمر السابعة فاز على من هم بسن الثانية عشر في مسابقات التهجي. بعمر الثامنة، تلامعت قدراته الذهنية مع قدرات معظم طلاب الجامعة. على أية حال، كان غيل - مان دائم النجاح عديم الراحة في المدرسة، وعاني من نوبات حادة من الانقطاع عن الكتابة. كان نادراً ما يكمل تقاريره ورسوم مشاريعه، رغم سهولة إتمامها عليه.

مع هذا، شق غيل - مان طريقه بسهولة خلال دراسته الجامعية في بيل ومن ثم تقل بين معهد ماساشوسيتس للتكنولوجيا وجامعة شيكاغو (حيث عمل تحت إمرة فيرمي) وبرينستون (حيث عمل بإشراف من أوينهايمير). بعمر الرابعة والعشرين، قرر التركيز على

فهم الجسيمات الغريبة التي ظهرت على خرائط حجرة الفقاعة. سمحت خرائط حجرة الفقاعة للعلماء أن يقدّروا الحجم، الشحنة الكهربائية، الاتجاه، وسرعة كل جسيم، ولكن دون التعرف على هويته الخاصة. بحلول عام 1958م، كان هناك ما يقارب المائة اسماً متداولاً لتعريف ووصف هذه الغابة من الجسيمات الجديدة التي تم تقصيها.

أدرك غيل - مان بأنه قادر على إضفاء معنى على هذه الجسيمات فيما لو طبق قلة من المفاهيم الأساسية للطبيعة. فقد افترض بأن الطبيعة بسيطة ومتناسبة، كما وافترض بأن هذه الجسيمات الأصغر من البروتون - وعلى غرار جميع المواد والقوى الأخرى في الطبيعة - يجب أن تكون محافظة على ذاها (فالكتلة والطاقة والشحنة الكهربائية تحفظ ولا تفقد خلال جميع تفاعلات النصادم).

مستدلاً بهذه المفاهيم، بدأ غيل - مان بجمع وتبسيط التفاعلات التي حدثت عند انفلاق البروتون، كما استحدث مقياساً جديداً أسماه *strangeness* أو «الغرابة» استنبطه من فيزياء الكم. فكان مقياس الغرابة يقيس حالة الكم لكل جسيم. مرة أخرى، افترض بأن صفة الغرابة لا بد أن تحفظ في كل تفاعل.

وجد غيل - مان بأنه يمكن من بناء أنماط بسيطة من التفاعلات عند انفلاق الجسيمات أو اتحادها. على أية حال، بدت بضعة من هذه الأنماط غير خاضعة لقوانين الحفظ. أدرك غيل - مان بعدها أن بإمكانه جعل جميع التفاعلات خاضعة لقوانين حفظ بسيطة لو لم تكن البروتونات والنيوترونات تراكيب صلدة، بل كانت مؤلفة بدلاً من ذلك من ثلاثة جسيمات أصغر.

على مر عامين من العمل، أظهر غيل - مان وجوب تواجد هذه الجسيمات الأصغر داخل البروتونات والنيوترونات، وأطلق عليها *k-works* ومن ثم *k-works* على سبيل الاختصار. وأخيراً، بعد قراءته لسطر منشور من قبل جيمس جويس James Joyce ذكر فيه عبارة «three quarks» أو «ثلاثة قطع من الجبن النبي»، غير غيل - مان اسم جسيماته الجديدة إلى *quarks* أو «الكوارك».\*

\* تسهيلاً لفهم الجسيمات الأساسية، نقول أن الباريونات ( البروتونات والنيوترونات) تتألف من جسيمات أصغر تدعى الكوارك. الكوارك على أنواع ستة، هي: الأعلى up والأأسفل down والساخر charm والغريب strange والعلوي top والسفلي bottom. يتألف البروتون من

حقائق طريفة: السطر المذكور أعلاه لجيمس جوبل هو «ثلاث كواركات لست مارك!» في رواية «بعث آل فينيغان Finnegans Wake». هل مرت عليك هذه المقوله من قبل؟؟؟!



---

كواركين من النوع الأعلى وواحد أسفل، بينما يتألف البوترون من كواركين من النوع الأسفل وواحد أعلى. ترابط الكوارك ببعضها بجسيمات تدعى الغلونات gluons، تضفي عليها خاصية اللون (الشحنة اللونية أو النكهة)ـ إما حمراء أو خضراء أو زرقاء. لكل كوارك مضاده anti-quark الذي يحمل لوناً مضاداً، بينما تملك الغلونات اللون ومضاده معـاً. إن الكوارك تبادل الغلونات فيما بينها فتغير الوانها باستمرار (مع الحفاظ على تعادل لوني أبيض) وبالتالي ترابط بقوة هي الأقوى في الكون، تدعى «القرة القوية»، تغلب على الشحنة الكهرومغناطيسية المتماثلة لنوى الذرات وتحفظ للمادة كيانها وجودها. بوجود هكذا قوة، يستحيل الحصول على كوارك منفصل، إذ يراقبه مضاده دوماً. يدعى هذا العقد (الكوراكـ الكوارك المضاد) بالمليزون mesonـ المترجم.

\*\* تعتبر كلمة كوارك quark من جملة الكلمات المهمة التي أكثر الروائي الإيرلندي الشهير جيمس جويس من استخدامها ضمن سياق التورية والإيحاء اللفظي الذي تعمده في حبك روايته (بعث آل فينيغان). يقول البعض أنها بمعنى (نعب) إشارة إلى صوت الغربان التي غنت المقطع المتضمن لهذه الكلمة بالرواية، في محاولة الكاتب الاستهزاء من الملك مارك المذكور في أسطورة تريستان. يقول البعض الآخر أنها مشتقة من الألمانية بمعنى (خظارة اللبن)ـ المترجم.

## الكوازارات و النوايپس

### Quasars and Pulsars

سنة الاكتشاف 1963 و 1967م

ما هذا الاكتشاف؟ اكتشاف أجرام فائقة الكثافة و بعيدة في الفضاء من المكتشف Allan Rex Sandage (الكوازان) وأنصوري هيسوش Antony Hewish و جوسيلين بيل (النوايپس)

ماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

تمثل الكوازارات والنوايپس صنفاً جديداً من الأجرام في الفضاء، أو بالأحرى نوعاً جديداً من جرم هائل برّاق خارق للعادة. كونها ضخمة وبكثافة مفرطة وتصدر إنبعاثات راديوية وضوئية، فإن الكوازارات والنوايپس قد أوسعـت وغيـرت نظرـة العلمـاء إلـى الفـضاـء ومـكونـاته بشـكل جـذـري.

الكوازارات هي بعض من الأجرام الأكثر بريقاً وبعداً في الكون. أما النوايپس فتلـمـحـ لـسلـكـ حـيـاةـ النـجـومـ وـالـوقـعـ العـمـرـيـ لهاـ. قـادـ اـكتـشـافـ هـذـيـنـ الجـسـمـيـنـ إـلـىـ فـهـمـ أـكـبـرـ لـحـيـاةـ وـمـاتـ النـجـومـ وـافتـحـ حـقـولـاـ جـدـيـدةـ لـلـدـرـاسـةـ فـيـ عـلـمـ الـفـلـكـ وـالـمـادـةـ الفـائـقـةـ الكـثـافـةـ وـالـتجـاذـبـ وـالـمـجـالـاتـ المـغـناـطـيسـيـةـ الفـائـقـةـ القـوـةـ.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في خريف عام 1960م، لاحظ الفلكي الأمريكي آلان ريكس سانديج Allan Rex Sandage سلسلة من الأجرام المعتمة بدت وكأنها نجوم. قام بالتدقيق فيها مستعملاً تلسكوباً راديوياً ليرى فيما لو كانت تبث إشارات راديوية إضافة إلى الضوء الظاهر.

المثير للدهشة أن كلاً من هذه الأجرام المعتمة أصدر إشارات راديوية قوية لم يُعرف عن أي جرم آخر إصداره إليها. ربما لم تكن بنجوم في الحقيقة - أو على الأقل ليست بنجوم كالنجوم الأخرى. أطلق سانديج على هذه الأجسام الغامضة quasi-stellar

radio sources أو «مصادر شبه نجمية راديوية»، ثم سرعان ما اختصر عبارة quasi-stellar إلى quasar «كوازار».

درس سانديج خطوط التصوير الطيفي لهذه الأجسام الغريبة (الخطوط التي تعين التركيبة الكيميائية للجسم بعيد). لم تواكب الخطوط أياً من العناصر الكيميائية المعروفة ولم يتم تعينها إطلاقاً.

أدرك سانديج والفلكي الأمريكي الهولندي المولد مارتن شimit Maarten Schmidt أخيراً بأن الخطوط الطيفية يمكن التعرف عليها كعناصر طبيعية وشائعة إذا ما فحصت كخطوط طيفية تحدث بشكل اعيادي ضمن المدى الفائق البنفسجي وقت إزاحتها بازياباح أحمر ضخم (انزياح دوبлер) ليقع ضمن المدى المرئي. (انزيابات دوبлер هي تغيرات في تردد الضوء أو الصوت جراء حركة الجسم

في الوقت الذي فلك فيه هذا التفسير لغزاً واحداً، فإنه قدم آخر. ما الذي أمكنه أن يسبب هكذا انزياح عملاق حسب مبدأ دوبлер؟ قرر الإثنان عام 1963م بأن الجواب الوحيد الجدير بالتصديق هو التعلق بالبعد، فلا بد أن الكوازارات على بعد بليون سنة ضوئية - الأجرام الأكثر بعداً قياساً بأي جسم آخر تم تقصيه!

الآن، هنا لك مسألة أخرى تطرح نفسها: الضوء المعتم للنجوم الزائفة كان برأقاً جداً بالنسبة لنجم واحد على ذلك البعد الشاسع - فهو يفوق بريق كامل المجرات بحوالي ألف مرة. افترض سانديج وشimit بأن كل كوازار لا بد أن يكون مجرة بعيدة فيحقيقة أمره. على أية حال، كانت الإشارات الراديوية المقاومة شاسعة التفاوت والتتنوع (عمرية الأيام وال ساعات) لتكون مجرة من نجوم منفصلة. لقد أشار ذلك إلى كتلة متراصة وليس مجرة.

بقيت الكوازارات لغزاً مربكاً حتى عام 1967م حيث افترضت بأنما كانت المادة التي تحيط بالثقوب السوداء الهائلة، فتحولت في الحال إلى الأجرام الأهم والأكثر لفتاً للاهتمام في الفضاء البعيد.

في ذات العام (قوز/يوليو 1967م)، أكمل بروفيسور علم الفلك بجامعة كامبردج أنطونи هيوش Antony Hewish تشييد ميدان بمساحة 4,5 هكتار مخصص لوضع هوائي راديوبي بهدف تقصي إنبعاثات الترددات الراديوية من أقصى زوايا الفضاء. كانت هذه المتأهة العملاقة من السلك لتصبح مستقبل التردد الراديوي الأكثر حساسية على وجه الأرض.

طبع التلسكوب الراديوسي ما يساوي المائة قدم من الورق التخطيطي كل يوم. كانت مساعدة هيوش وطالبه في الدراسات العليا جوسيلين بيل Jocelyn Bell مسؤولة عن تخليل هذه الورقة التخطيطية، فكانت تقارن الخطوط المترجدة المرسمة على الورقة بموقع أجسام فضائية معروفة ومن ثم تقارن الإنبعاثات الكهرومغناطيسية المعروفة لهذه الأجسام مع تعرجات وبروزات المخطط، وذلك بفرض الحساب لكل علامة مرسمة على المخطط المذكور.

بعد شهرين من بدء العمل بالتلسكوب، لاحظت بيل غطًا غير اعتيادي محكم التكتل من الخطوط وصفته بـ «حصلة من القفا» - كان عبارة عن خط متعرج مخرب لم تقدر على تفسيره، فأشرت عليه بعلامة استفهام وانتقلت إلى أجزاء أخرى.

بعدها بأربعة ليال، رأت بيل النمط ذاته - بل تكرر ذات المشهد بعد شهر أيضاً، فأدركت بأن الهوائي كان مرکزاً على نفس الشريحة الصغيرة من السماء. منحت بيل وقتاً إضافياً تقوم فيه بتمديد وقياس هذه التعرجات. أياً كانت تلك الإشارة الراديوية، فإنما ترددت بنبضات منتظمة كل دقيقة وثلث، في حين لم يُعرف عن أي جسم طبيعي آخر في الكون بهذه الإشارات المنتظمة كهذه.

قبل أن يصرّح هيوش باكتشافهما علنًا، عثرت بيل على «حصلة من القفا» جديدة على مطبوعات المخططات من جزء مختلف من السماء. كانت نبضات هذه الإشارة الثانية تأتي كل 1,2 ثانية وعلى نفس التردد المضبوط تقريباً.

جيء بكل باحث نظري في كامبردج ليفسر «حصلة قفا» جوسيلين، وبعد شهور من الدراسة والحساب استنتج الفريق العلمي بأن بيل قد اكتشفت نجوماً دوارية خارقة الكثافة\*. توصل الفلكيون إلى نظرية رياضية مؤداها أنه عندما يتضبّع معين نجم ضخم ما من الوقود النووي، فإن كل مادة تنكمش نحو الداخل، مما يؤدي إلى حدوث انفجار عملاق، يدعى السوبرنوفا.

ما تبقى يصبح أكثر كثافة من المادة الاعتيادية بمائة مليون مرة\*\* - نجم نيوتروني. لو تحرك النجم، فإن مجاله الكهربائي والمغناطيسي سيثشان حزماً من الموجات الراديوية القوية.

\* مهما يكن من أمر، حُرمت جوسيلين من جائزة نوبل عام 1974م، بينما نالها هيوش ليكون أول فلكي ينال جائزة نوبل في الفيزياء - المترجم.

\*\* يمكن لـ 260 مليون نجم نابض أن يشغل نفس الحيز الذي تشغله الكرة الأرضية، لكن رغم ذلك، فإن مجال جاذبية النجوم النابضة يمكن أن يبلغ بليون مرة قدر مجال جاذبية الأرض. كما أن كرة من

بالنسبة لمراقب على كوكب الأرض، فإن نجماً نيوترونياً دواراً سيبدو وكأنه في حالة نابضة، ومن هنا جاءت تسميتها بـ «النوابض»\*\*\*.

حقائق طريفة، كلما كان الكوازاز أبعد، كلما بدا الضوء الصادر عنه أكثر أحمراراً على الأرض. يستغرق الضوء المنبعث من الكوازاز الأبعد 13 بليون سنة ضوئية للوصول للأرض. ثلاثة عشر بليون سنة ضوئية هي المسافة التي كان النجم الزائف يبعدها عنا قبل 13 بليون سنة عندما انبثق الضوء الذي نراه الآن أول انبثاق من النجم منطلقاً نحو ما يقع عليه الأرض الآن. الكوازارات هي أبعد الأجسام في الكون على الإطلاق.



---

المادة النيترونية بحجم كرة القدم يبلغ وزنها خمسين ألف مليون طن و بالتالي لو سقطت على الأرض فإنها ستترك ثقباً فيه يقدر حجمها- المترجم.

\*\*\*\* تحاكي هذه الجرم ضوء المارة أو المصباح الذي يعلو الإسعاف، إذ تنسح الفضاء بالضوء الصادر عنها لدى دورانها، فتتمكن من التقاطه عندما يأتي باتجاه الأرض فقط. هذا ما يعطي للنجم صفة النابضة- المترجم.

التطور الكامل

## Complete Evolution

سنة الاكتشاف 1967م

ما هذا الاكتشاف؟ النظور تقوّد الاندماجات التعايشية الحيوية بين الأنواع  
المتكاملة

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كان تشارلز داروين أول من خطط له أن الأنواع الحياتية قد تطورت - تغيرت - على مر الزمن، والأول في تعين قوة دافعة لذلك التغيير - بقاء الأصلح. سرعان ما أصبحت نظريات داروين حجر أساس للتفكير البيولوجي وظلت عائشة دون تحدٍ زهاء قرن من الزمان.

كانت لين مارغوليس أول من يكتشف ويبث التعديل على نظرية داروين عن التطور، وهذا ملأ الشغرة التي طالما قضت مضاجع مناصري هذه النظرية. أكثر من أي عالم آخر منذ داروين، فرضت لين مراجعة جذرية في الفكر التطوري. على خطى أسلافها العظام أمثال كوبرنيكوس، غاليليو، نيوتن، وداروين، استأصلت مارغوليس وغيرت بعضاً من النظريات والفرضيات الأعمق تأصلاً والأشد اعتقاداً في العلم.

کیف جائے ہذا الاكتشاف؟

من مواليد عام 1938م، تبرعت لين مارغليس Lynn Margulis على شوارع شيكاغو بالولايات المتحدة. دُعيت بالمبكرة النصوح أثناء طفولتها، ودخلت جامعة شيكاغو وهي لا تزال في عمر الرابعة عشرة. هناك درست علم الوراثة والتطور.

منذ عهد داروين وعلم التطور كان في كفاح مع مشكلة تدعى «التغيير». افترض العلماء أن التغيير في DNA الفرد مدّـ بـ«بالونات التجربة» التي احتفظ بها الانتخاب الطبيعي أو طرحها. فكانت هذه الطفرات التي احتفظت بها الطبيعة لتشير ببطء عبر الأنواع بأكمليها.

بأية حال من الأحوال، بقي سؤال مزعج لم تم الإجابة عليه: ما الذي يسبب تغيرات جديدة في أفراد نوع ما؟ ترکَت النظريات حول الأخطاء العشوائية التي أعادت بطريقة ما كتابة مقاطع من الشفرة الوراثية للـ DNA.

حق في وقت مبكر من مسيرها المهنية، أيقنت مارغوليس بأن هذا ليس بما حدث على أرض الواقع. إذ لم تجد أي برهان صلٰد يدعم طفرات صغيرة عشوائية في قيادة تطور الأنواع الحيوية، بل وجدت البرهان على تقافزات كبيرة مفاجئة - كما لو أن التطور لم يحدث كزحف بطيء ثابت مستمر، ولكن كتقدمات مفاجئة دراماتيكية تكيفية. كما وجدت بأن التغيير التطوري لم يكن من العشوائية التي آمن بها الآخرون تقريباً.

رکَّزت مارغوليس على مفهوم التعايش الحيوي *symbiosis* - كائنان (أو نوعان) يعيشان في حالة تعاون مع بعض من أجل مصلحتهما المتبادلة. عثرت على العديد من الأمثلة الأولية لتنوعين اختارا العيش بتوافق حييمي متداول الاعتماد. فنباتات الأشنة تكونت من طحلب وفطر عاشا بطريقة أفضل ككائن واحد قياساً بعيشهما كلا على حدة، وكذلك البكتيريا الاضمة للسيليوز عاشت في القناة الفضمية للنمل الأبيض، لم يتمكن أحد منهما من العيش دون الآخر بينما عاش كلاهما وهما سوية. دون اندماج تعايشي حيوي، لم يكن لهذه التسوية أن تتطور قط.

ووجدت مارغوليس وفرة من علاقات التعايش الحيوي أينما نظرت. كانت الأنواع المتواجدة تبحث عن علاقات تعايشية تعاونية جديدة للتحسين بقابليتها على الاستمرار بالعيش. فالتعاون البشري حق ذاك المبتعني، كما هي الطبيعة عندما أدخلت بكتيريا (نوع عالي التطور من الحياة) نفسها، مثلاً، إلى نوع متواجد آخر لخلق طفرة تعايشية حيوية جديدة حسنت وطورت من قابليتها وإمكاناتها الحياتية.

درست مارغوليس الأنواع الحياتية المبكرة على الأرض واكتشفت أربع حالات أساسية من التعايش الحيوي سمحت بتطور حياة معقدة على وجه الأرض: (1) اتحاد بين بكتيريا بدائية تألف الحرارة وبكتيريا سابحة (سبايروبكت). فانققت بعض من المورثات الأصلية للسبايروبكت (2) لتنتج المراكثر المنظمة والحيوط التي تسحب المادة الوراثية إلى الجانبين المتعاكسين من الخلية قبل انشطارها. سمح هذا بتطوير أنواع حياتية معقدة. قام هذا المخلوق الجديد بابتلاع (3) بكتيريا حارقة للأوكسجين (عندما بدأ الأوكسجين بالتزايدي في

الجو). أخيراً، قام هذا الكائن السابغ المعقد المعامل للأوكسجين بابتلاع (4) بكتيريا بانية للضوء. الناتج عن هذا الاندماج ذو الخطوات الأربع كان جمجمة الطحالب والنباتات الحالية!

أظهرت مارغوليس أن خلايا النباتات والحيوانات والفطريات وحتى البشر قد تطورت خلال سلسلة محددة من الاندماجات التعايشية الحيوية التي مثلت خطوات كبيرة فورية تقدم الأنواع المعنية نحو الأمام في مسيرة تطورها.

نشرت مارغوليس عملها البارز عام 1967م، لكن اتخاذ البيولوجيون موقف شك منه حين كشف أن المايبوكوندريا في جميع الخلايا البشرية تتلخص في DNA الخاص بها، مما يؤيد بأنه حتى الخلايا البشرية ناتجة عن اندماج تعايشي حيوي واحد على الأقل. أثار هذا الاكتشاف هم جيل من العلماء من بعثوا ودرسو عن الاندماجات التعايشية الحيوية، فعشروا عليها في كل مكان حولهم.

تسع من كل عشر نباتات تعيش بفضل اندماجات تعايشية حيوية مع فطريات الجنور التي تصنع مواد غذائية أساسية لها من التربة. يمتلك البشر والحيوانات مستعمرات متaramية من البكتيريا المتعاونة وكانتات صغيرة أخرى تستوطن قنواتنا الحمضية فتعالج وتقضم الطعام الذي نأكله. بدونها، لم نكن لقدر على الاستمرار بالعيش - وبدون اكتشاف مارغوليس، لبقيت نظرية داروين غير مكتملة.

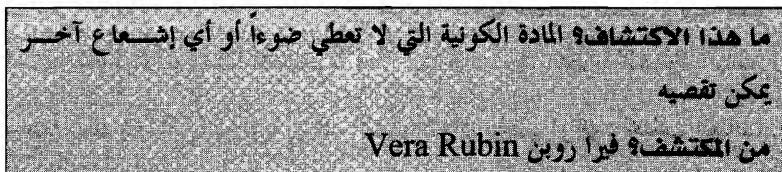
حقائق طريفة، كانت مارغوليس وزوجها الكاتب والفلكي كارل سagan من قالا بأن «الحياة لم تتملك الكورة الأرضية بالسازع والتعارك، ولكن بالترابط والتعاون، كما أن اعتقاد داروين عن التطور المنقاد برابع الانتخاب الطبيعي ليس بالكامل».



## المادة المعتمة

### Dark Matter

سنة الاكتشاف 1970م



لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظيمة؟

لم تعمل حسابات تعدد الكون عملاً، ولم توافق حسابات سرعة النجوم في المجرات البعيدة ما راقبه الفلكيون، كما لم تأت حسابات عمر الكون (مبنيّة على سرعة تعدد) بالكثير من المطق والمعنى. كان لا بد لأمر ما أن يكون خاطئاً في الطرق المستعملة لهذه الحسابات. مع علامات الاستفهام الكبيرة التي حامت فوق الحسابات هذه، لم يقدر أحد أن يقيس تاريخ الكون أو كتلته الحالية أو مستقبله بطريقة يمكن الاعتماد عليها. كذا معظم البحث الفيزيائي في مسيرة تقدمه في هذا المضمار.

لم تعن فيرا روبن سوى فحص جهاز جديد، فكان ما اكتشفته أن الحركة الحقيقية للنجوم والمجرات بدت تثبت خطأ قوانين نيوتن – المفاهيم الأكثـر جوهرية لعلم الفلك برمته. في محاولة لتفسيـر الفرق بين المشاهدات وفيزياء نيوتن، اكتشفت روبن المادة المعتـمة – المادة التي تواجد ولكن دون بـث للضـوء وأي إشعـاع آخر يمكن للعلماء تقصـيه. يـؤمن الفلكـيون والفيـزيـائيـون الـيـوم بـأن 90% من كـتـلةـ الكـون عـبـارـة عـنـ مـادـةـ مـعـتـمـةـ.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في عام 1970م، عملت فيرا روبن Vera Robin بـقـسمـ المـغـناـطـيسـيـةـ الـأـرـضـيـةـ في معـهـدـ كـارـنـيـجيـ بـوـاشـنـطـنـ. حينـهاـ كانـ مدـيرـ القـسـمـ، الفـلـكـيـ كـيـنـتـ فـورـدـ Kent Ford صـنـعـ لـتوـهـ مـطـيـافـ جـديـداـ عـالـيـ السـرـعـةـ وـعـرـيـضـ الخـرـمـةـ بـحـيـثـ كانـ يـمـكـنـ إـقـامـ ثـانـ إلى عـشـرـ مـخـطـطـاتـ طـيفـيـةـ (الـصـورـ التـخـطـيـطـيـةـ عـلـىـ وـرـقـةـ بـيـانـاتـ لـطـيفـ ماـ)ـ فيـ هـذـهـ الـحـالـةـ لـلـطاـقـةـ الـمـبـعـثـةـ مـنـ النـجـومـ الـبـعـيـدةـ بـتـرـددـاتـ مـخـلـفـةـ عـلـىـ اـمـتـادـ الطـيفـ التـرـدـديـ)ـ وـذـلـكـ فـيـ لـيـلـةـ وـاحـدـةـ، فـيـ حـينـ اـعـبـرـتـ فـيـ النـمـاذـجـ الـمـتـواـجـدةـ آـنـذـاكـ مـحـظـوظـةـ لـوـ أـكـملـتـ مـخـطـطـاـ وـاحـدـاـ فيـ

اليوم كله. كانت فيرا على آخر من الجمر لترى ما يمكن لابتكار فورد أن يقدمه من مفاجآت.

في ليلة السابع والعشرين من شهر آذار (مارس) عام 1970م، ركّزت روبن تلسكوب القسم على الأندروميدا، المجرة الأقرب إلى مجرتنا. كانت تخطط لاستطلاع فيما لو كان ممكناً للملائين نجوم الأندروميدا أن تتحرك فعلاً كما أفادت بها النظرية الشائعة آنذاك.

عند ربطه بتلسكوبات قوية، يمكن للمطياف أن يتقصى وجود مختلف العناصر في نجم بعيد ويعرضها وبالتالي على ورق البيانات. جهزت روبن ميكروس코باً عالي القدرة لقراءة المخطوطة المرسومة من قبل مطياف فورد.

ادركت روبن بأن الدرجات التي قاسها العلماء على المطياف كانت تحرف قليلاً نحو الأعلى أو الأسفل من على ورق تخطيط التردد، اعتماداً على حركة النجم تجاه أو بعيداً عن الأرض. يدعى هذا الانزياح التردددي بانزياح دوبلر. يحدث نفس النوع من الانزياح لدى مرور السيارة فيبدو صوت محركها متغيراً نحو تردد أعلى. كلما كان ذاك الانزياح، كلما كانت سرعة الجسم أكبر. أرادت روبن أن ترى فيما لو أمكنها استعمال انزياحات دوبلر والمطياف الجديد لكيتبت بغرض قياس سرعة النجوم في المجرات القاصية.

ووجدت فيرا بأن النجوم على الحافة الخارجية للأندروميدا قد تحركت بنفس السرعة التي تحركت بها النجوم القريبة من مركز المجرة - وهو ما يخالف المفترض في حركة نجوم المجرات تماماً.

على مر شهرين كاملين، أكملت روبن مائة خطط طيفي، فتكرر الأمر ذاته بالنسبة لكل مجرة. كانت سرعات النجوم التي قاستها خاطئة كلها، فحسب القوانين الفيزيائية التي يعرفها الجميع، كانت بعض هذه النجوم تحرك بسرعة فائقة بحيث تعجز الجاذبية على تثبيتها في مجراتها، فيفترض بها أن تطير هاوية في الفضاء. لكن هذا لم يحدث على الإطلاق.

لم يتبق أمام روبن غير تفسيرين اثنين. إما أن تكون معادلات نيوتن خاطئة (شيء لم يكن العالم العلمي ليقبله) أو أن الكون قد احتوى مادة إضافية لم يعش عليها فلكي من قبل.

اختارت روبن بدورها التفسير الثاني وأسمت هذه المادة الإضافية «المادة المعتمة» طالما لا يمكن رؤيتها أو تقصيها. حسبت روبن كمية المادة المعتمة الالزمة وكيفية انتشارها على

اتساع الكون بحيث تحافظ على صحة قوانين نيوتن، فوُجدت بأن نسبة 90% من الكون يجب أن تكون مادة سوداء.

لزم بقية المجتمع العلمي عقد كامل ليقبل على مضض بنتائج فيرا روبن وحقيقة أن معظم المادة في الكون لا يمكن رؤيتها والاهتداء إليها بالوسائل المتوفرة لدى الإنسان.\*

على أية حال، غير عمل فيرا روبن في ذاك الصيف من عام 1970م كل حساب ونظريّة حول تركيب وأصول كوننا، كما حسن كثيراً من قابلية الفلكيين على حساب انتشار وحركة المادة بشكل صحيح. في الوقت ذاته - لحسن الحظ - حافظت قوانين الحركة لنيوتن على بقائها لتعيش حتى يومنا هذا.

حقائق طريفة: حاولت الناس التقاط صورة فوتografية للمادة المعتمة (شيء لا يمكن لأحد أن يراه أو يهتدى إليه مباشرة يوماً ما) وذلك بأخذ صور الأشعة السينية التلکسوبيّة من القمر الصناعي ROSAT مع صور أخرى من الأقمار الصناعية، وكانت النتيجة هي الصورة المعروضة على العنوان الإلكتروني:



<http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/rosat/gallery/display/darkmatter.html>

يمكن أن تكون هذه أول صورة للمادة المعتمة.

---

\* يقدر علماء الفلك تركيب الكون كالتالي: 73% طاقة معتمة، 23% مادة معتمة، 3,6% الغاز ال بين مجري، و 0,4% النجوم والكواكب وغيرها من الأجرام السماوية المرئية - المترجم.

## طبيعة الديناصورات

### The Nature of Dinosaurs

سنة الاكتشاف 1976

ما هذا الاكتشاف؟ الكيفية التي تصرفت وتغيرت وعاشت بها الديناصورات  
على الواقع  
من المكتشف؟ روبرت باكير Robert Bakker

#### لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

كانت الديناصورات وحوشاً مترافقاً ذات دم بارد. كما كانت متباعدة ذات لون رمادي فاتح ومن البلادة بحيث لم تقدر حتى على التصرف كأرباب أسر لانقين. هذه كانت النظرة الكلاسيكية على الديناصورات خلال النصف الأول من القرن العشرين، وهكذا رسمت في الصور، وأمن العلماء الإحاثيون. أما روبرت باكير، فقد حطم هذه الأفكار وقوتها من الأساس. فكان أول من دعا إلى أن الديناصورات كانت كائنات ذات دم حار، ملوئنة، سريعة، ذكية، ورشيقه. كما كان أول من افترض بأن الطيور قد انحدرت من الديناصورات\*. والصور التي نرى الديناصورات عليها اليوم - من أفلام Jurassic Park أو «الحديقة الجوراسية» إلى عروض المتحف العلمية - تدين جميعاً بمفاهيمها الديناصورية لاكتشافات روبرت باكير، الذي أعاد تحرير كتاب الديناصورات بال تماماً والكمال.

\* تذكر الكثير المصادر أن الفكرة تعود بالأساس إلى اكتشاف متحجر الكائن الجنين *Archaeopteryx* في مقاول للحجارة الجيرية بجنوب ألمانيا عام 1860م، والذي امتلك ريش وأقدام الطيور في حين تضمن هيكله ذيلاً عظيماً طويلاً، أستانة بدلاً من المنقار، ومخالب بارزة من تحت الريش. لو لا الريش، لاعبر هذا الكائن مجرد عضو من عائلة الديناصورات الصغيرة التي تشر على الكثير منها تحت اسم *Compsognathus*. يقال أن العالم توماس هكسلي كان أول من أشار على هذا الارتباط وذلك في إحدى الأمسيات التي كان يفكّر فيها بلغز العظام الغريب الذي سبق أن وجده أسفل عظم الساق الديناصوري، بينما كان يتعشى على لحم طائر السمان. فأثناء التهامه للحم ساق الطائر، دخل فمه عظم شديد الشبه بعظم أسفل ساق الديناصوري. فاتخذ هكسلي من عظم الكاحل *astragalus* هذا رأس خيط للاستدلال على قرب علاقة الطيور والديناصورات - المترجم.

## كيف جاء هذا الاكتشاف؟

كان إماماً عظيماً ذاك الذي تملك روبرت باكير Robert Bakker في تلك الليلة من ثانية سفي دراسته بجامعة ييل. بينما كان يتمشى عبر المتحف المظلم، وقعت شذرات خافية من الضوء على هيكل الديناصورات مما أوحى بحركتها خلال السكون المعتم. فأثناء تفحصه لهذه العظام المألوفة، خطأ على بال روبرت أن هذه المخلوقات قد حكمت الأرض لما يربو 165 مليون سنة. لا يمكن لها أن تكون غبية، ذات دم بارد، وكسلولة، في حين كانت هنالك ثدييات ذكية تحيط بها. وكانت الديناصورات قد غلبت على أمرها لو لم تكن هي الفائزة بحكم أفضليتها أساساً.

من هنا انطلق روبرت باكير - لوحده - وراء إثبات أن الفكرة السائدة عن الديناصورات خاطئة بال تماماً. جأ باكير إلى أربعة مصادر من المعلومات بلورة قضيته: التشريح المقارن (مقارناً حجم وشكل الأجزاء المتماثلة للأنواع المتباينة)، مناطق التمركز الحيواني (حيث تعيش الحيوانات)، السجل التراكمي للمتحجرات (كل ما سبق جمعه من نظام وهياكل ديناصورية)، وعلم البيئة (علاقة النوع بيئته).

قضى باكير ثلاث سنوات مضنية من الدراسة وجد من خلالها بأن عظام الثدييات، كما كانت عظام الديناصورات، غنية بالأوعية الدموية ومفتقرة لحلقات النمو - على نقيض الزواحف ذات الدم البارد، كما وجد بأن ديناصورات العصر الطباشيري قد عاشت شمالي كندا حيث لم تتمكن الزواحف الباردة الدم من العيش. وأخيراً، درس النظم البيئية لأفريقيا وأمريكا الشمالية ووجد بأن الدواب المفترسة ذات الدم الحار كانت تأكل ستة إلى ثانية أضعاف لكل رطل من وزنها أكثر من نظيرتها الزاحفة. من خلال دراسة سجل المتحجرات، لاحظ باكير بأن نسبة الحيوانات المفترسة إلى آكلات الأعشاب في النظم البيئية الديناصورية كانت تتطابق ما هو متوقع للنظام البيئي لحيوانات ذات دم حار.

لا بد أن الديناصورات كانت ذات دم حار، إذن. فعظامها، أعدادها النسبية، وأماكن عيشها دلت جميعاً على ذلك.

درس باكير سيفان حيوانات الحديقة، مقارناً تركيب الساق بطريقة حركتها. هل كانت ساق الدجاجة تتشي بخلاف ساق الحمار الوحشي؟ ما كانت علاقة هذه الاختلافات بالشاط المختلف لكل حيوان؟ كيف كان الشكل يلي بالوظيفة بالنسبة لكل حيوان،

وكيف كانت الوظيفة على بالشكل؟ ماذا قال شكل مفاصل ديناصور ما وحجم عظامه عن الكيفية التي تحرك وتوظف بها؟ خلال رسوماته، حاول باكير أن يضع في الاعتبار هذه الحركة وما تنطوي عليه من كتل عضلية محتملة للسيطرة على كل عظم وتحريكه.

قارن باكير حجم وشكل وكثافة عظم الساق لثبات من الحيوانات الحديثة مع نظيراهما لعظام سican الديناصورات، فوجد بأن الأخيرة كانت تتناسب مع التركيب العظمي للثدييات الراكضة. ليست تلك التي تundo حين إحساسها بالخطر عدواً سريعاً لا يتعدى عشرة ثوان فقط، بل تلك التي تركض بانتظام لعشرين دقيقة.

كانت الديناصورات كائنات راكضة. فتركيبها قد أثبت ذلك. كما دل هذا على أنها كانت يقطة ورشيقة، إذ لا يعقل للأحق والملكي والأخرق أن يصبح عداءً بالفطرة!

رجع باكير إلى سجل المتحجرات من جديد ولاحظ بأن القليل فقط من الهياكل الصغيرة والفتية قد اكتشف. هذا يعني بأن القليل منها قد توفي، مما يعني بدوره أن الديناصورات لا بد كانت موفة جداً في دورها الأبوي بحماية وتغذية وإيواء صغارها. لقد كانت الديناصورات ربوات أسر جيدة.

بهذا، قوّضت الأساطير القديمة جميعها. ونشر باكير اكتشافاته وهو لا يزال طالباً للدراسات العليا بجامعة هارفارد. لكن انقضت عشرون سنة أخرى من الجمع المكثف للبيانات والتحليل الدقيق حتى يميل مد التصديق أخيراً باتجاه باكير، بل وحتى عندما أثارت اكتشافات باكير ثورة في نظرية العلماء للديناصورات، فإنه كان يُنظر إليه بنيظرات الشك والريبة على اعتباره راديكاليًا غير جدير الثقة والصدق.

 حقائق طريفة: أصبحت البرونتوسوروس *Brontosaurus* العملاقة الأكثر شعبية من بين الديناصورات بأواخر القرن التاسع عشر وأوائل القرن العشرين، ويعني اسمها «سحلية الرعد». في عام 1970م، طالبَ بعض العلماء بعدم استعمال اسم «برونتوسورس» طالما أنه أشار إلى ثلاثة أنواع مختلفة: اباتوسوروس *Apatosaurus*، براكيوسوروس *Brachiosaurus*، وكاماراسوروس *Camarasaurus*. لا زال الجدال محتدماً رغم مرور 80 مليون سنة منذ أن جال أي منها الأرض.

# توجد كواكب حول النجوم الأخرى

Planets Exist Around Other Stars

سنة الاكتشاف 1995م

ما هذا الاكتشاف؟ توجد كواكب حتى كواكب مثل الأرض - حول  
النجوم الأخرى

من المكتشف؟ ميشيل مايلور Michel Mayor و ديدье كويلوز Queloz

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

لطاماً كان أحد أعظم الأسئلة التي راودت البشرية: هل نحن لوحدينا؟ منذ زمن بعيد والعلماء يتساءلون: هل نحن النظام الشمسي الوحيد في امتلاكه للكواكب - والوحيد بكواكب يمكن أن توفر ظروف الحياة؟ أصبح وجود كواكب أخرى تدعم ظروف الحياة أمراً ممكناً بعد اكتشاف كواكب حول نجوم أخرى في الفضاء الشاسع.

يعتبر اكتشاف نظم شمسية أخرى أمراً بالغ الأهمية بالنسبة للفلكيين، فهو يسمح لهم باختبار نظرياتهم حول أصل الكواكب والنظام الشمسي. لقد غير اكتشاف الكواكب البعيدة من طريقة إدراكنا لوقعنا في الكون تغييراً جوهرياً.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

في القرن السادس قبل الميلاد، كان العالم الإغريقي أناكسيماندر Anaximander أول من افترض وجود كواكب أخرى. وفي عام 1600م، لاقى الكاهن والفلكي الإيطالي جيورданو برونو حتفه حرقاً من قبل الكنيسة الكاثوليكية جراء الإقرار بالفكرة ذاتها. تغير الزمان والمكان، وشهدت أوائل الأربعينيات من القرن المنصرم بحثاً مضنياً ودؤوباً للفلكيين الأميركيين عن كواكب تدور في أفلاك نجوم أخرى مستعملين تلسكوبات عملاقة لهذا الغرض.

ولد ميشيل مايلور Michel Mayor عام 1942م واستهواه عالم النجوم والفلك منذ نعومة أظفاره. انضم مع شريكه أنتوني دو كوبينوي Antoine Duquennoy إلى كوكبة Antonie الفلكيين الباحثين عن أجسام صغيرة في الكون. لكن مايلور لم يبحث عن الكواكب، بل عن

الأقراص البنية – أجسام مغتممة باردة يعتقد أنها تتكون كالنجوم ولكن تفشل في النمو بالكثير الذي يؤهلها لاحتواء اندماج الهيدروجين، وبالتالي لا تقدر أبداً بالفرن النجمي وناره. كبيرة جداً على الكواكب، صغيرة جداً على النجوم، كانت الأقراص البنية بمثابة غرابة مجرية.

على أية حال، كان الفلكيون يعانون من مشكلة: لا تقدر التلسكوبات على رؤية الكواكب والأقراص البنية كونها لا تشع ضوءاً. بدلاً من ذلك، بحث الباحثون عن ترددات جانبية ضئيلة في حركة النجم ناتجة عن قوة السحب التجاذبي للكوكب الكبير (أو قزم بني).

حاول البعض تقصي هذا التردد بقياس موقع النجم بعناية على مر شهور أو سنوات، بينما تعامل البعض الآخر (ومن ضمنهم مايلور) مع التردد باستعمال انزياح دوبلر وقياس انزياحات صغيرة على المخطط الطيفي في لون الضوء الآتي من النجم والتي تنجم عن تغيرات في حركة النجم باتجاه أو بعيداً عن الأرض.

عقب وفاة دوكوبيني عام 1993م، اشتراك مايلور مع الطالب في الدراسات العليا ديدье كوييلوز Didier Queloz وطوراً مطیافاً جديداً أكثر حساسية للبحث عن الأقراص البنية. كان مطیافهما قادراً على قياس تغيرات بالسرعة بصغر  $13 \text{ م/ث}$  - ذاكما الحاصلة تقريباً في حركة ثمسنا بفعل قوة السحب التجاذبي للكوكب المشتري.

لكن افترض الجميع بأن هكذا كواكب عملاقة ستحتاج سنوات لتدور في فلك نجم ما (كما تفعل في نظامنا)، وبهذا فإن التردد بفعل قوة سحب هكذا كوكب سيحتاج سنوات من البيانات للاحظته. لم يخطر مايلور قط أن يستعمل مطیافه الجديد ويستهلك بضعة شهور قيمة من الوقت على تلسكوب للبحث عن كوكب.

منطلقيَن اعتباراً من نيسان (أبريل) عام 1994م، ومستعملين مرصد مقاطعة هايوت جنوبي فرنسا، اختبر مايلور وكوييلوز مطیافهما على 142 نجماً قريباً، أملاً في تقصي تردد ما يدهم على وجود جسم مجاور ضخم مثل قرم بني. في كانون الثاني (يناير) عام 1995م، وقعت عين كوييلوز على نجم واحد، بيغ-51 Peg-51 (النجم الأربع الواحد والخمسون في مجموعة بيغاسوس). لقد اهتز! لقد اهتز أماماً وخلفاً كل 4,2 يوماً.

فحص مايلور وكوييلوز ضوء النجم للتأكد من عدم نبضه، كما فحصا فيما لو كان لبعض من الشمس أن تخلق هكذا تردد ظاهري، أو أن النجم بيغ-51 كان في حالة انتفاخ

وتقلص توحى للمراتب بأنه في حالة اهتزاز. لكن لا شيء كان سبباً وراء اهتزاز بيغ-51 سوى جسم كبير ما يدور في فلكه.

بناء على مقدار اهتزاز بيغ-51، قاما بحساب كتلة الجسم وأدركوا بأنه صغير جداً ليكون قرماً بنياً. لا بد أنه كان كوكباً! لقد اكتشفوا كوكباً خارج مجموعتنا الشمسية.

بحلول عام 2005م، تم تحديد موقع بعض مئات من الكواكب الأخرى - عمالقة غازية تسرع حول مدارات بحجم العطارد، بعض الكواكب الصخرية الدافئة، مدارات فاتورة الطقس، بل وحتى بعض الكواكب الهادئة في الفضاء دون أن تصادق نجمة فندور في فلكه. الأرض بالتأكيد ليست وحيدة، حظي مايور وكويلوز بشرف اكتشاف برهان على هذه الحقيقة الأخاذة.

حقائق طريفة: لو امتلك نجم واحد من كل عشرة نجوم كواكب (وتشير المعلومات الحالية أن هذا هو الحاصل على أقل تقدير)، وبالختال، لو كان للنجم ثلاثة كواكب على الأقل، ولو كان كوكب واحد فقط من كل مائة كوكب صخرياً بطبعته ومدار مساند للحياة (وتشير الاكتشافات الحديثة إلى حقيقة هذا الاحتمال)، فالنتيجة ستكون 300000 كوكب قادر على دعم الحياة في مجرتنا لوحدها!



---

\* يقدر إجمالي عدد الجزيئات في الكون بـ 125 بليون مجرة. طبقاً لهذه الحسابات فإن الكون يحتوي  $\times 375$  10<sup>14</sup> كوكباً مؤهلاً لإيواء الحياة على الأقل! - المترجم.

# الكون المتسارع

## Accelerating Universe

سنة الاكتشاف 1998م

ما هذا الاكتشاف؟ إن كوننا لا يتمدد فقط، بل إن سرعة تعدده في ازدياد مستمر، وليس في انقصاص مستمر كما افترض  
من المكتشف؟ ساول بيرلستير Saul Perlmutter

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

احتدم جدال كبير بعد اكتشاف إيدين هابل بأن الكون في حالة تعدد: هل إن هذا التمدد في حالة تباطؤ بحيث يتوقف في الأخير ويبدأ الكون بالانكماش؟ اكتشف ساول بيرلستير بأن تعدد الكون يتتسارع بحقيقةه، محظما بذلك جميع ما تواجد من نماذج علمية لحركة الكون. الكون يتمدد أسرع الآن مما كان عليه في أي وقت مضى، إنه يمزق نفسه أمام عجز الجاذبية عن إبطاء هذا التمدد على خلاف المتوقع.

خلق هذا الاكتشاف تغييراً جسیماً في الكيفية التي ينظر بها العلماء إلى الكون، ماضيه، ومستقبله. لقد أثر في حسابات الانفجار الكبير بل وحتى في نظرية العلماء إلى ماهية تركيب الكون. وصفت *Journal of Science* «مجلة العلم» هذا الاكتشاف عام 1998م بـ«الإنجاز العلمي الأكبر للعام».

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اكتشف إيدين هابل أن الكون يتمدد عام 1926م. بني العلماء من جانبهم نماذج جديدة تفترض أن التمدد في حالة تباطؤ بفعل قوة سحب الجاذبية على النجوم وال مجرات وبالتالي تقريرها عن بعضها البعض.

بذا هذا المودج منطقياً، ولكن بقيت بعض المشاكل العالية التقنية موجودة في الرياضيات المرافقة لهذا المودج. حاول آينشتاين أن يفسر هذه المسائل باستحداث شيء ما أطلق عليه «الثابت الكوني» - قوة تعاكس الجاذبية. لكنه رفض هذه الفكرة بعد ذلك معتبراً إياها الخطأ العلمي الأفدح له.

بعد حصوله على شهادة Ph.D في الفيزياء عام 1986م، عمل ساول بيرلستير بمختبر لورينس بيركلي الوطني وترأس مشروع السوبرنوفا الكوني، حيث عملوا على استعمال تلسکوب هابل الفضائي للعثور على السوبرنوفا البعيدة (النجوم المنفجرة) و دراستها. كان اختيارهم للسوبرنوفا مبنياً على كونها الأجرام الأكثر برقة في الفضاء. فالسوبرنوفا نوع Ia تنتج كمية ثابتة من الضوء، ومن المعتقد بأن جميع السوبرنوفا من هذا النوع توأم بنفس البريق تقريباً. هذا ما جعلها نموذجية لدراسة بيرلستير.

على مر عشر سنوات من عام 1987 إلى 1997م، طور بيرلستير تقنية للتعرف على السوبرنوفا بال مجرات بعيدة ولتحليل الضوء الناجم عنها. بحث فريقه عشرات الآلاف من المجرات ليثروا على بعض من السوبرنوفا نوع Ia.

عندما وجد بيرلستير سوبرنوفا من نوع Ia، فإنه قام بقياس شدة لمعانها ليحدد بعدها عن الأرض (كلما كانت أشد لمعاناً، كلما كانت أقرب إلينا)، كما قاس أيضاً الانزياح الأحمر لضوء السوبرنوفا – وهي تقنية تعتمد على مبدأ انزياحات دوبلر. إذا كان نجم ما يتحرك باتجاه الأرض، فإن الضوء الصادر عنه سينضغط وينحرف لونه قليلاً نحو الأزرق. ولو كان النجم يتحرك بعيداً، فإن الضوء الصادر عنه سيتمدد وينحرف لونه نحو الأحمر. يزداد هذا الانزياح اللوني بازدياد سرعة النجم. من خلال قياس الانزياح الأحمر للسوبرنوفا، يمكن بيرلستير من حساب سرعة النجم بعيداً عن الأرض.

حان الآن دور الجزء الصعب من المسألة. يمكن لعوامل أخرى أن تسبب انزياحاً أحمر، وكان على بيرلستير أن يثبت بأن ما قاسه من انزياحات حمراء كانت نتيجة لحركة النجم وحدها بعيداً عن الأرض، وإلا فإنه يمكن للغبار الكوني أن يتصبض بعض الضوء وينحرف بلونه، كما أن بعض المجرات مسحة لونية إجمالاً بحيث يمكنها أن تشوّه لون الضوء الصادر عن السوبرنوفا. كان على بيرلستير وفريقه أن يستطعوا ويفحصوا ويستثنوا بضعة مصادر محتملة للخطأ.

وأخيراً، بأوائل عام 1998م، كان بيرلستير قد جمع بيانات موثوقة عن البعد والسرعة لعدد من السوبرنوفا Ia المتشرة عبر السماء. كانت جميعها تتحرك بسرع فائقة بعيداً عن الأرض.

استخدم بيرلستير غاذج رياضية ليبين بأن من غير الممكن لهذه المجرات أن تكون متنقلة بهذه السرعات الحالية منذ الانفجار الكبير، وإن كانت أبعد بكثير مما هي عليه الآن.

الطريقة الوحيدة التي يمكن أن تصدق على صحة بيانات بيرلتيير كانت باعتبار أن هذه المجرات متحركة الآن بأسرع من الماضي. كانت هذه المجرات تتسارع في حركتها، ولا تباطأ. فحري بالكون، إذن، أن يكون متمدداً بسرعة متزايدة!

أظهر اكتشاف بيرلتيير أنه لا بد من وجود قوة ما جديدة غير معروفة (سميت بـ «الطاقة المظلمة أو السوداء» من قبل مايكل تيرنر Michael Turner عام 2000) تدفع بالمادة خارجاً (النجوم، المجرات...الخ). أظهر بحث مؤخراً بأن الكون مملوء بهذه «الطاقة المظلمة» وذلك باستعمال أقمار صناعية جديدة ومصممة لهذا الغرض (تقول بعض التقديرات بأن ثلثي مجموع الطاقة في الكون هي طاقة سوداء). على مر السنوات القليلة القادمة، سيعيد هذا الاكتشاف كتابة نظريات الإنسان حول أصل وتركيب الفضاء.

حقائق طريفة: هنالك تلسكوب جديد بتكلفة 20 مليون دولار أمريكي في القطب الجنوبي تم إنشاؤه عام 2007م لغرض دراسة وتفسير سبب تسارع الكون، طالما أن هذا الاكتشاف يترافق جميع ما هو متواجد من نظريات حول ولادة وتمدد الكون.



# الجينوم البشري

## Human Genome

سنة الاكتشاف 2003م

ما هذا الاكتشاف؟ رسم مفصل خريطة الشفرة الوراثية لـDNA الإنسان

كاملة

من المكتشف جيمس واتسون James Watson وحي كريغ فينتر J.

Craig Venter

لماذا يُعد هذا الاكتشاف ضمن المائة العظمى؟

دعي فك الشفرة الوراثية للإنسان، الجينوم البشري، بالاكتشاف العلمي الكبير الأول في القرن الحادى والعشرين، و«الكأس المقدسة» لعلم الأحياء. يعتبرـDNA المخطط لبناء الكائن الحي وتشغيله والمحافظة عليه. فهو الذي يوجه تحور البيضة المخصبة إلى كائن بشري متكملاً ومعقداً، ولا شك أن فك تلك الشفرة يعتبر مفتاحاً لفهم كيفية توجيه الخلية لتطور وتنمو، بل المفتاح لفهم الحياة بذاتها.

نظراً لتعقد الجينوم البشري تعقيداً يفوق الخيال، بدا مستحيلاً فك الثلاثة بلايين عنصر مكون هذه الشفرة الجزيئية. مع ذلك، فإن هذا المجهود الهائل الجبار قد قاد تواً إلى إنجازات طيبة خارقة في مجالات علاج العيوب الوراثية والأمراض المتوارثة. كما ويعتبر فاتحة لاكتشافات مستقبلية حول التشريح البشري والصحة البشرية. لقد وسع فهم هذا الجينوم تقديرنا لما يجعل منا فريدين من نوعنا وما يربطنا بالأنواع الحية الأخرى.

كيف جاء هذا الاكتشاف؟

اكتشف الراهب النمساوي غريغور ملنر مفهوم الوراثة عام 1865م، مطلقاً بذلك حقولاً جديداً في العلم يعرف بعلم الوراثة. وفي العام 1953م، اكتشف فرانسيس كريك وجيمس واتسون الشكل الحلزوني المزدوج لجزءـDNA الحاملة لجميع الأوامر والتعليمات الوراثية.

كانت المشكلة تكمن في وجود البلايين من التعليمات الوراثية ضمن الشفرة الوراثية الكاملة للإنسان، أو الجينوم. فهم هذه التعليمات جيّعها بما مهمة مستحيلة من المفهوم

البنيوي أو الفيزيائي للإنسان، فالقيام بسلسلة كامل الجينوم البشري كان بمثابة مشروع يفوق أي مشروع بيولوجي سبق تجربته ضخامة وصعوبة بحوالي 20000 مرة.

حظي تشارلز دي لisi Charles De Lisi في قسم الولايات المتحدة للطاقة DOE بأول التمويلات الحكومية للبدء بهذا المشروع التذكاري الضخم، وذلك عام 1987م. بحلول عام 1990م، اتّحد قسم الطاقة مع المعاهد الوطنية للصحة NIH لتكوين منظمة جديدة تحت اسم الائتلاف العالمي لسلسلة الجينوم البشري IHGSC. استدعى جيمس واطسون (الشهير باكتشافه لـDNA) لترؤس المشروع ومنح خمسة عشر عاماً كمهلة لتكملة هذه المهمة الجبارية.

أعتقد العلماء حينذاك بأنـDNA البشري يحتوي على 100000 مورثة موزعة على 23 كروموسوماً ومثبتة ضمن الحلزون المزدوج للـDNA، حيث تتماسك بعضها بواسطة 3 بلازمين من القواعد المزدوجة من الجزيئات. كانت مهمة واطسون تقضي بتعيين وتفسير وترتيب كل مورثة على كل كروموسوم، وكذلك كل واحدة من هذه البلازمين من القواعد المزدوجة.

بالطبع، كانت القابلية على تعيين وسلسلة المزدوجات موجودة، لكن مشكلة واطسون كانت تكمن في الحجم. فباستعمال التقنية الموجودة عام 1990م، كانت مهمة تعيين وسلسلة هذه البلازمين الثلاثة من المزدوجات تستغرق آلافاً من السنين في حال اضطاعت بها جميع المختبرات معاً.

قرر واطسون البدء بخراطط كبيرة المقاييس لما كان معروفاً عن الكروموسومات ومن ثم يهبط نحو تفاصيل المزدوجات المنفصلة. فقام بتوجيه جميع العلماء بالـIHGSC للعمل على رسم خرائط بنوية وترابطية للكروموسومات الثلاثة والعشرين، والتي من شأنها أن توفر نظرة عامة على الجينوم البشري وتحتوي على تلك «القصاصات» القليلة من التسلسلات الوراثية الحقيقة التي كانت معروفة للتو.

انتهي هذا الجهد الأول بحلول عام 1994م. أمر واطسون علماءـIHGSC بتنحيط الجينوم الكامل للأنواع الحياتية الأpest على الأرض والمعرفة لهم بشكل أفضل بغية تحسين وتنقية تقنيتهم قبل محاولة العمل على الجينوم البشري. اختار علماءـIHGSC بدورهم ذبابة الفاكهة (المدرستة بشكل موسّع منذ عام 1910م)،

(البكتيريا المعوية المعروفة)، عفون الخبز، والديدان الخيطية البسيطة. بمنتصف التسعينيات من القرن الماضي، بدأ العمل على تقطيع عشرات الملايين من القواعد المزدوجة المؤلفة لهذه الجينومات البسيطة.

على أية حال، لم يوافق جميع البيولوجيين على هذه الطريقة. فقد آمن جي. كريغ فينتر J. Craig Venter (المؤسس الجيني بمعاهد الصحة) بأن العلماء كانوا سيهدرون سنوات ثمينة وهم يركّزون على «الصورة الكبيرة» لواطسون في حين كان عليهم أن يرتبوا كل ما يقدرون عليه من أجزاء محددة دقيقة من الجينوم ومن ثم يقومون بالحاق هذه التسلسلات المفردة ببعضها لاحقاً.

اندلعت حرب بين واطسون (مثلاً لطريقة «من الأعلى نحو الأسفل») وفينتر (مثلاً لطريقة «من الأسفل نحو الأعلى»). أطلقت هم وأفواه ناية من الطرفين بجلسات الكونغرس والاجتماعات التمويلية وفي الصحفة.

تخلّى فينتر عن منصبه الحكومي وشكّل شركة خاصة بنفسه للقيام بكل ما يقدر عليه من ترتيب وتسلسل جينومي في طليعة جهود IHGSC. في عام 1998م، صدم فينتر العالم بتصرّفه نيته استعمال كومبيوترات خارقة متراقبة لتكاملة تسلسله لـكامل الجينوم البشري بحلول 2002م، أي بثلاث سنوات قبل الجدول الزمني للـ IHGSC.

بأوائل عام 2000م، تدخل الرئيس الأميركي بيل كلينتون لإثناء الحرب الخدمية بين الطرفين وانصواتهما تحت جهد جينومي موحد. في عام 2003م، أصدر هذا الفريق الموحد تقريره التمهيدي، تضمن تفصيلاً للتسلسل الكامل للجينوم البشري. تحريرياً، كان ذاك الجينوم سيماً 150000 صفحة مطبوعة (500 كتاب، كل واحد بـ 300 صفحة).

الثير للدهشة، أن هؤلاء العلماء وجدوا بأن البشر يملكون 25000 إلى 28000 مورثة (نزواً من 100000 افترضت سابقاً)، وبأن التسلسل الوراثي البشري مختلف عن العديد من الأنواع الحياتية الأخرى بنسب متوية قليلة فقط.

رغم أن المعلومات عن هذا التسلسل الوراثي لا تتعدي سنوات قليلة، إلا أنها ساعدت الباحثين الطبيين على تحقيق خطوات تقدمية كبيرة في مجال التعامل مع العديد من الأمراض والعاهات الولادية، ومن المزمع أن يتم الكشف عن قيمته الكاملة في إنجازات طبية كبيرة على مر العشرين إلى الخمسين سنة قادمة.

حقائق طريفة، لو تم تدوين تسلسل DNA للجينوم البشري في كتاب، سيحتاج الأمر إلى ما يساوي مائتي مجلد بمجم دليل مأهاتن للهاتف (كل منها بـألف صفحة).\*



---

\* من العجائب التي ألمستها قراءة الجينوم البشري أن البشر يتشاركون بـ99,9% من تسلسلهم الجيني. أي أن جميع الاختلافات التي تميزنا عن غيرنا من حجم وشكل وصحة و... الخ مردها هذه 0,1% من الاختلاف الجيني. ترى هل هذا هو السبب وراء نسب 99,9% الشهيرة في الكثير من انتخابات العالم الثالث؟! - الترجم.

## الملحق رقم 1

### الاكتشافات حسب الحقل العلمي

تحتوي هذه المجدول على الاكتشافات العلمية المائة العظمى مقسمة على حقولها المناسبة بحيث يسهل للقراء تعين الاكتشافات العائدة للموضوع ذاته على انفراد. تم ترتيب الاكتشافات ضمن كل حقل من هذه الحقول ترتيباً زمنياً.

#### العلوم الفيزيائية

الاكتشاف	العالم المكتشف	السنة
علم الفلك		
الكون شمسي المركز	كوبرنيكوس، نيكولاوس	1520
المدارات الحقيقة للكواكب	كلر، يوهانيس	1609
قتلل كواكب أخرى أقماراً	غاليليو	1610
البعد عن الشمس	كاسيبي، جيوفاني	1672
الجراث	رايت، توماس	1750
	هيرشيل، وليام	1750
الثقب الأسود	شفارترتشيلد، كارل	1916
	ويلر، جون	1971
الكون المتعدد	هابل، إيدوين	1926
الانفجار الكبير	غاموف، جورج	1948
الكوازار	سانديج، آلان	1963
النجم النابض	بيل، جوسيلين	1967
	هيوش، انتوني	1967

1970	روبن، فيرا	المادة المعتمة
1995	مايور، ميشيل	الكتاكي卜 حول نجوم أخرى
1995	كويبلوز، ديديه	
1998	بيرلنجير، ساول	الكون المتسارع
الكيمياء		
1662	بويل، روبرت	قانون بويل
1774	بريسلي، جوزيف	الأوكسجين
1806	دايفي، هنفري	الارتباط الكهرومغناطيسي
1811	أوف كادرو، أميديو	الجزيئات
1859	بونزن، روبرت	الواقعية الضوئية الذرية
1859	كيرنوف، روبرت	
1880	مندليف، ديمتري	الجدول الدوري
1901	كوري، ماري و بير	النشاط الإشعاعي
1907	بولتوود، بيرترام	التاريخ بالنشاط الإشعاعي
1913	سودي، فريدرريك	النظائر
الفيزياء		
260 ق.م.	أرخيدس	العقلات و الطفو
1598	غاليلي، غاليليو	قانون الأجسام الساقطة
1640	تورينثيللي، إيفانجليستا	ضغط الهواء
1666	نيوتون، إسحاق	الجذب العام

1687	نيوتون، إسحق	قوانين الحركة
1752	فرانكلين، بنجامين	طبيعة الكهرباء
1789	لافوازيه، أنطوان	حفظ المادة
1790	رمفورد، الكونت	طبيعة الحرارة
1800	هيرشيل، فريدرريك	الأأشعة تحت الحمراء
1801	ريتر، يوهان	الأأشعة فوق البنفسجية
1802	دالتون، جون	الذرات
1820	أورستيد، هانز	الكهرومغناطيسية
1843	جول، جيمس	السرعة
1847	هيلمتهولتز، إتش. فون	حفظ الطاقة
1848	دوبلر، كريستيان	تأثير دوبلر
1864	ماكسويل، جيمس	الإشعاع الكهرومغناطيسي
1895	رينتген، فلهيلم	الأأشعة السينية
1905	آينشتاين، ألبرت	معادلة الطاقة
1905	آينشتاين، ألبرت	النسية
1911	أونيس، هيك	الوصيلية الفائقة
1913	بور، نيلز	الارتباط الذري
1925	بورن، ماكس	نظريّة الكم
1927	هايزنبرغ، فيرنر	مبدأ اللاذقة
1928	ميكلسون، ألبرت	سرعة الضوء
1929	ديراك، باول	المادة المضادة

1932	تشادويك، جيمس	النيوترون
1937	يو كاوا، هيديكى	القوة القوية
1939	مايستر، ليز	الانشطار النووي
1939	هان، أوتو	
1947	باردين، جون	الترانزistor الشبه موصل
1948	شانون، كلود	تعريف المعلومات
1951	بيته، هانز	الاندماج النووي
1951	ستزر، ليمان	
1962	غيلــمان، موري	الكوراك
1983	روبيا، كارلو	القوة الضعيفة

### علوم الأرض

السنة	العالم المكتشف	الاكتشاف
1770	فرانكلين، بنجامين	تيار الخليج
1814	هيبولت، أي. فون	
1792	هتون، جيمس	التعريبة (تأثير الطقس)
1837	أغاسيز، لويس	العصور الجليدية
1920	ميلانكوفيتش، ميلوتين	
1902	دي بورت، إل. تيسيرين	طبقات الغلاف الجوي
1911	ريد، هاري	خطوط الصدع
1914	غوتنيوغ، بينو	لب الأرض

1915	فيغر، ألفريد	الأنحراف القاري
1935	تانسلبي، آرثر	النظام البيئي
1957	هيس، هاري	انتشار قاع البحر
1960	اوريتز، إد	نظريّة الفوضى

### علوم الحياة

السنة	العالم المكتشف	الاكتشاف	الأحياء
1665	هوك، روبرت		الخلايا
1669	ستينو، نيكولاوس		المتحجرات
1680	ليفنهوك، أنتون فان		البكتيريا
1735	ليبيوس، كارل	نظام التصنيف	
1779	إنغينهاوس، يان	البناء الضوئي	
1824	بوكلاند، وليام	متحجرات الديناصورات	
1824	مانتيل، جيديون		
1856	باستير، لويس	النظرية الجرثومية	
1870	ثومسون، تشارلز	الحياة في أعماق البحار	
1882	فليمينغ، والذر	انقسام الخلايا	
1898	إيفانوفسكي، ديميتري		الفيروس
1898	بيجيرينيك، مارتينوس		
1933	كلود، ألبير	تركيب الخلية	

1952	مير، ستانلي	أصول الحياة
1976	باكيه، روبرت	طبيعة الديناصورات

### التطور والتشريف البشري

1543	فازيليس، اندریاس	التشريف البشري
1858	داروین، تشارلز	التطور الحيواني
1865	مندل، غريغور	الوراثة
1898	بيندا، كارل	المایتوکوندريا
1909	مورغان، توماس	الطفرات الوراثية
1921	ليرفي، أوتو	الناقلات العصبية
1921	فالدر- هارتز، هينريك	
1924	دارت، رايوند	التطور البشري
1938	سيث، جي. إل. بي	السيلاكانت
1950	مكلينتوك، باربارا	المورثات المقاومة
1953	كرييك، فرانسيس	DNA
1953	واطسون، جيمس	
1953	فرانكلين، روزاليند	
1967	مارغوليس، لين	التطور الكامل
2003	فيتتر، كريغ	الجينوم البشري
2003	واطسون، جيمس	

## العلم الطبي

1628	هارفي، وليام	جهاز الدوران البشري
1794	جينر، إدوارد	التلقيحات
1798	مونتاغو، السيدة ماري	
1801	دايفي، همفري	التحدير
1801	سيمبسون، يونغ	الكلوروفورم (تحدير)
1801	لونغ، كراوفورد	الإيثير (تحدير)
1897	لاندشتاينر، كارل	أنواع الدم
1902	بايليس، وليام	الهرمونات
1902	ستارلنج، إرنست	
1906	هوبكتر، فريدريك	الفيتامينات
1906	آيكمان، كريستيان	
1910	إيرليخ، باول	المضادات الحيوية
1921	بانتنغ، فريدريك	الإنسولين
1928	فليمينغ، الكسندر	البنسلين
1934	بيدل، جورج	المورثات
1938	كرييس، هائز	الأيض (دورة كرييس)
1940	درو، تشارلز	بلازما الدم

## الملحق رقم 2، العلماء

يعتبر هذا الجدول قائمة أبجدية بأسماء العلماء الذين أبرزوا في مناقشات الاكتشافات المائة العظمى. أدرج كل مع اكتشافه و العام الذي شهد حدوث الاكتشاف.

السنة	الاكتشاف	العالم المكتشف
1898	الهرمونات	أبيل، جون
260 ق.م.	العثلات و الطفو	أرخيدس
1837	العصور الجلدية	أغاسيز، لويس
1811	الجزيئات	أفو كادرو، أميديو
1779	البناء الضوئي	إنغينهاوس، يان
1820	الكهرومغناطيسية	أورستيد، هانز
1960	نظرية الفوضى	لوريتز، إد
1911	التوصيلية الفائقة	أونيس، هيك
1906	الفيتامينات	آيكمان، كريستيان
1910	المضادات الحيوية	إيرليخ، باول
1898	الفيروس	إيفانوفسكي، ديميتري
1905	معادلة الطاقة	آينشتاين، ألبرت
1905	النسبية	آينشتاين، ألبرت
1947	الترانزistor الشبه موصل	باردين، جون
1856	النظرية الجرثومية	باستير، لويس
1976	طبيعة الديناصورات	باكير، روبرت
1921	الإنسولين	باننخ، فريدريك

1902	الهورمونات	بايليس، وليام
1774	الأوكسجين	بريسلي، جوزيف
1859	التواقيع الضوئية الذرية	بونزن، روبرت
1913	الارتباط الذري	بور، نيلز
1925	نظريّة الكَمْ	بورن، ماكس
1824	متحجرات الديناصورات	بوكلاند، وليام
1907	التاريخ بالنشاط الإشعاعي	بولتود، بيرترام
1662	قانون بويل	بويل، روبرت
1951	الاندماج النووي	بيته، هائز
1898	الفيروس	بيجيريبيك، مارتينوس
1934	المورثات	بيلل، جورج
1998	الكون المتسارع	بيرلتير، ساول
1967	الحجم النابض	بيل، جوسيلين
1898	المایتوکوندریا	بيندا، كارل
1934	المورثات	تاتوم، إدوارد
1900	الهورمونات	تاكميني، جوكيشي
1935	النظام البيئي	تانسلி، آرثر
1932	النيوترون	تشادويك، جيمس
1640	ضغط الهواء	توربتشيللي، إيفانجيستا
1870	الحياة في أعماق البحار	ثومسون، تشارلز
1843	السرعة	جول، جيمس

1962	الكوارك	غيلــمان، موري
1794	التلقــيات	جينر، إدوارد
1924	التطور البشري	دارت، ريموند
1858	التطور الحــيوي	داروين، تشارلز
1802	الذرات	دالتون، جون
1806	الارتبــاط الكهرومغناطيسي	دايفــي، هــمفرى
1801	التخدير	دايفــي، هــمفرى
1940	بلازما الدم	درو، تشارلز
1848	تأثير دوبــلر	دوبلــر، كريستيان
1902	طبقــات الغلاف الجــوي	دي بورــت، إلــ. تيســيرين
1929	المادة المضــادة	ديراكــ، باول
1750	الجرــات	رايتــ، توماس
1790	طبيــعة الحرارة	رمفوردــ، الكــونت
1970	المادة المــعتمة	روبنــ، فيــرا
1983	القوــة الضعــيفة	روبيــا، كارــلو
1801	الأــشعة فوق البنفســجية	ريترــ، يوهــان
1911	خطــوط الصــدع	ريــد، هــاري
1895	الأــشعة الســينية	رينــتفــن، فيــلهيلــم
1963	الكــوازار	سانــديــجــ، آلان
1951	الاندــماج النووي	سبــتزــرــ، ليــمان
1902	الهرــمونــات	ستــارــلــيــغــ، إــرنــست

1916	الثقب الأسود	شارترتشيلد، كارل
1669	المتحجرات	ستينو، نيكولاس
1938	السيلاكانت	سيث، جي. إل. بي
1913	الظائز	سودي، فريديريك
1801	الكلوروفورم (تخدير)	سيمبسون، يونغ
1894	الهورمونات	شاربي-شافير، إدوارد
1948	تعريف المعلومات	شانون، كلود
1610	قتلوك كواكب أخرى أقماراً	غاليلي، غاليلي
1598	قانون الأجسام الساقطة	غاليلي، غاليلي
1948	الانفجار الكبير	غاموف، جورج
1914	لب الأرض	غوتبرغ، بينو
1752	طبيعة الكهرباء	فرانكلين، بنجامين
1770	تيار الخليج	فرانكلين، بنجامين
1953	DNA	فرانكلين، روزاليند
1928	البنسلين	فليمينغ، ألكسندر
1882	انقسام الخلايا	فليمينغ، والدر
1939	الانتشار النووي	فيرمي، إنريكو
1543	التشريح البشري	فازيليس، اندريلاس
2003	الجينوم البشري	فينتر، كريغ
1672	البعد عن الشمس	كاسيبي، جيوفاني
1609	المدارات الحقيقة للكواكب	كبلر، يوهانيس

1938	الأيض (دورة كرييس)	كرييس، هانز
1953	DNA	كرييك، فرانسيس
1933	تركيب الخلية	كلود، ألبير
1520	الكون شمسي المركز	كوبيرنيكوس، نيكولاس
1938	السلاكانت	كورتيني-لامثير، مارغوري
1901	النشاط الإشعاعي	كوري، ماري و بير
1995	الكواكب حول نجوم أخرى	كويلوز، ديديه
1859	الواقع الصوئية الذرية	كيرخوف، روبرت
1789	حفظ المادة	لافوازيه، أنطوان
1897	أنواع الدم	لاندشتاينر، كارل
1801	الإيثر (تخدير)	لونغ، كراوفورد
1680	البكتيريا	ليفنهوك، أنتون فان
1938	لب الأرض	ليمان، إنج
1735	نظام التصنيف	لينيوس، كارل
1921	الناقلات العصبية	ليري، أوتو
1967	التطور الكامل	مارغولييس، لين
1864	الإشعاع الكهرومغناطيسي	ماكسويل، جيمس
1824	متحجرات الديناصورات	مانليل، جيديون
1995	الكواكب حول نجوم أخرى	مايلور، ميشيل
1950	المورثات المقافرة	مكلينتوك، باربارا
1865	الوراثة	مندل، غريغور

1880	الجدول الدوري	مندليف، دعترى
1909	الطفرات الوراثية	مورغان، توماس
1798	السيلاكانت	مونتاغو، السيدة ماري ورتلي
1939	الانشطار التووي	ميتر، ليز
1928	سرعة الضوء	ميكلسون، ألبرت
1920	العصور الجليدية	ميلانكوفيتش، ميلوتين
1952	أصول الحياة	ميلر، ستانلى
1666	الجذب العام	نيوتون، إسحق
1687	قوانين الحركة	نيوتون، إسحق
1926	الكون المتمدد	هابل، إيدوبين
1628	جهاز الدوران البشري	هارفي، وليام
1939	الانشطار التووي	هان، أوتو
1927	مبدأ اللادقة	هايزنبرغ، فيرنر
1792	التعريمة (تأثير الطقس)	هئون، جيمس
1814	تيار الخليج	همبولت، أى. فون
1906	الفيتامينات	هوبكت، فريدرريك
1665	الخلايا	هوک، روبرت
1800	الأشعة تحت الحمراء	هيرشيل، فريدرريك
1750	الجراث	هيرشيل، وليام
1957	انتشار قاع البحر	هيس، هاري
1847	حفظ الطاقة	هيلمهولتز، إتش. فون

1967	النجم النابض	هيوش، أنطوني
1953	DNA	واطسون، جيمس
2003	الجينوم البشري	واطسون، جيمس
1921	النقلات الصبية	فالدر-هارتر، هينريك
1915	الانحراف القاري	فيغرن، آلفريد
1971	الثقب الأسود	ويلر، جون
1937	القوة القوية	يوكاوا، هيديكى

### الملحق رقم 3، الأربعون التالية

يعتبر هذا الجدول قائمة بالأربعين اكتشافاً مهماً ساهم تقربياً في بلوغة قائمة المائة العظمى. كل منها يستحق الاعتبار و التشريف و الدراسة. انتق واحداً أو أكثر من هذه الاكتشافات للبحث و الوصف.

الاكتشاف	العالم المكتشف	السنة
الأرض دائرة	أرسطو طاليس	387 ق.م.
السموات ليست ثابتة و غير متغيرة	كيلر، يوهانيس	1609
طبيعة الضوء	غاليليو، نيوتن، يونغ،	سنوات مختلفة
قابلية الانضغاط للغازات	بوويل	1688
ضغط دفع السائل	برنولي	1738
للحشب مدارات يمكن توقعها	هالي	1758
أصل النظام الشمسي	لا بلاس	1796
كتلة الأرض	كافينديش	1798
سيولة الغازات	فاراداي	1818
بصمات الأصابع، فرادتها	بير كينجي	1823
الحث المغناطيسي	فاراداي	1831
عمر الشمس	هيلمهولتز	1853
الشمس عبارة عن غاز	كارل ياغتون	1859
عمر الأرض	ليل (أولاً)، هولز (بدقة)	1860، 1940
المطهرات	ليستر	1863
اللدائن	هيات	1869
التيار المتداوب	تسلا	1883

1890	كوخ	علم البكتيريا
1906	بروفيز	معاكسات المقلل المغناطيسي للأرض
1906	إيرليخ	العلاج الكيميائي
1911	هيس	الإشعاع الكوني
1924	بيرغر	المخطط الكهربائي للدماغ
1925	إيفانز	بكتيريا حمى المالطا (البروسيللا)
1926	بارولي	مبدأ الاستثناء
1926	بارولي	نيوتريبو
1932	جانسكي	الجراثيم تبعث موجات راديوية
1934	كوري و جوليو	النشاط الإشعاعي الاصطناعي
1935	كيندال	كورتيزون
1936	دوماك	عقاقير السلفا
1950	بريو	العلاج الإشعاعي
1954/1957	تاونيز و غولد	الليزر
أواخر القرن	العديد	ارتفاع حرارة الكرة الأرضية
1967	غوردين	أول استنساخ
1973	ماري ليكي	آثار أقدام ليتوبي (عمرها 3,5 مليون
1974	دونالد جونسون	«لوسي» (حجمة عمرها 3,2 مليون
1977	بالارد	حياة أعماق البحر غير المعتمدة على الأوكسجين
1979	ألفاريز	انفراض الديناصورات (كويكب
1982	HIV	الفيروس الرجعي البشري
2002	مايكيل برونيت	حجمة توامي (عمرها 6-7 ملايين

## مصادر الترجمة

فيما يلي جملة من المصادر التي استندت إليها في إضفاء المقامش على النص الأصلي المترجم:

الكتب:

1. *A Dictionary of Science*, Oxford University Press, 2005.
2. Barbara Goldsmith: *Obsessive Genius- The Inner World of Marie Curie*, New York, W.W. Norton, 2005.
3. Comfort, Nathaniel C.: *The tangled field- Barbara McClintock's search for the patterns of genetic control*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 2001.
4. *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*, W.B. Saunders Company, 1994.
5. Griffiths, David J.: *Introduction to Elementary Particles*, Wiley, John & Sons, Inc., 1987.
6. Holmes, Frederic Lawrence: *Antoine Lavoisier - The Next Crucial Year, or the Sources of his Quantitative Method in Chemistry*, Princeton University Press, 1998.\
7. Isaacson, Walter: *Benjamin Franklin, An American Life*, Simon & Schuster, 2003.
8. J. Steinberger: *Learning about Particle*, Springer, 2005.
9. K.W. Staley: *The Evidence for the Top Quark*, Cambridge University Press, 2004.
10. Lerner, K.L.; B.M. Lerner: *Martinus Willem Beijerinck from World of Microbiology and Immunology*, Florence, KY: Thomas Gage Publishing, 2002.

11. Messadie, Gerald: *Great Scientific Discoveries*, New York, Chambers, 2001.
12. Nader, Helen: *Rethinking the World. Discovery and Science in the Renaissance*, Bloomington, Indiana University Press, 2002.
13. Nancy E., and Samuel N. Namowitz: *Earth Science*, Boston: McDougal Littell, 2005.
14. Smyth, A. L.: *John Dalton, 1766-1844: A Bibliography of Works by and About Him, With an Annotated List of His Surviving Apparatus and Personal Effects*, 1998- Original edition published by Manchester University Press in 1966.
15. Sowell, Thomas: *The Einstein Syndrome- Bright Children Who Talk Late*, Basic Books, 2001.
16. Tai L. Chow: *Electromagnetic theory*. Sudbury MA: Jones and Bartlett, 2006.
17. Yuval, Neeman, and Yoram Kirsh: *The Particle Hunters*, Cambridge, MA: Harvard University Press, 1999.

#### الموقع الالكترونية:

1. <http://order.ph.utexas.edu/chaos/>
2. <http://www.engscmp.com/solvnonlinearequ/indx.shtml>
3. [http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)
4. <http://www.mawsoah.net>
5. <http://www.britannica.com/>
6. <http://livefromcern.web.cern.ch/livefromcern/>
7. <http://www.bbc.co.uk/>
8. <http://www.aljazeera.net/>
9. <http://www.cerebromente.org.br/n14/mente/chaos.html>

10. <http://www.perkel.com/nerd/butterflyeffect.htm>
11. <http://www.jlab.org/publications/12GeV/02.html>
12. <http://www.cnn.com/>
13. <http://nobelprize.org/>
14. <http://www.abc.net.au/science/slab/dinobird/story.htm>
15. <http://www.amnh.org/>
16. [http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human\\_Genome/home.shtml](http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/home.shtml)
17. <http://www.superstringtheory.com/index.html>
18. <http://www.fordhamprep.org/gcurran/sho/sho/index.htm>
19. <http://www.millerandlevine.com/genome/ten.html>
20. <http://www.particle.kth.se/~fmi/kurs/PhysicsSimulation/index.html>
21. <http://www.madsci.org/posts/archives/1998-02/885340342.Ch.q.html>
22. [http://home.fnal.gov/~cheung/rtes/RTESWeb/LQCD\\_site/page\\_s/index.htm](http://home.fnal.gov/~cheung/rtes/RTESWeb/LQCD_site/page_s/index.htm)
23. <http://www.marxist.com/science/uncertaintyandidealism.html>
24. <http://library.thinkquest.org/11272/Ufo/ufoindex2.htm>
25. <http://www.ascssf.org.sy/arabicindex3.htm>
26. <http://art4jdu.com/vb/showthread.php?t=69>
27. <http://qasweb.org/qasforum/index.php?act=Print&client=choose&f=38&t=5307>
28. <http://www.uaecoins.net/vb/archive/index.php/f-84.html>
29. <http://quran.maktoob.com/vb/quran16688/>



## صدر عن الدار

- شرفنامه: الجزء الأول: في تاريخ الدول والإمارات الكردية، تأليف: الأمير شرف خان البدليسي، ترجمة: محمد علي عوني.
- شرفنامه: الجزء الثاني: في تاريخ سلاطين آل عثمان ومعاصريهم من حكام إيران وتوران، تأليف: شرف خان البدليسي، ترجمة: محمد علي عوني
- كان يا ما كان، قراءة في حكايات كردية، تأليف: نزار آغري.
- تل حلف والمنقب الأثري فون أوبنهايم، تأليف: ناديا خولديس - لوتس مارتين، ترجمة: د. فاروق إسماعيل.
- حينما في العُلُّ، قصة الخلقة البابلية، الترجمة الكاملة للنص المسماري للأسطورة، الدكتور نائل حنون.
- مشاهير الكرد وكردستان في العهد الإسلامي 1/2، تأليف: العالمة المرحوم محمد أمين زكي بك، ترجمة: سانحة خانم، راجعه وأضاف إليه محمد علي عوني.
- القبائل الكردية في الإمبراطورية العثمانية، مارك سايكس، ترجمة: أ. د. خليل علي مراد، تقديم ومراجعة وتعليق: أ. د. عبد الفتاح علي البوتأني.
- هكذا عشت في سوريا، في شاغر بازار وتل براك وتل أبيض، مذكرات، أغاثا كريستي، ترجمة: توفيق الحسيني.
- القاموس المنير (Ferhenga Ronak)، كردي - عربي، إعداد: سيف الدين عبدو.
- اللغة كائن حي، رؤية ونظرة فكرية حول اللغة الكردية أنموذجاً، د. آزاد حموتو.
- أسرة بابان الكردية، شجرتها التاريخية وسلسل أجيالها، إعداد: إياد بابان.
- حقيقة السومريين، ودراسات أخرى في علم الآثار والنصوص المسمارية، تأليف: د. نائل حنون.
- اتجاهات الخطاب النقدي العربي وأزمة التجريب ، د. عبد الواسع الحميري.
- خطاب الضد، مفهومه، نشأته، آلياته، مجالات عمله، د. عبد الواسع الحميري.
- تاريخ الإصلاحات والتنظيمات في الدولة العثمانية، تأليف: انكه لهاارد، ترجمة: أ. د. محمود عامر.
- بلاد الشام في ظل الدولة المملوكية الثانية (دولة الجراكسة البرجية)، 1381 - 1517، تأليف: د. فيصل الشلي.
- مم وزين، أحمد خاني، شرح وترجمة: جان دوست.
- العراق، دراسة في التطورات السياسية الداخلية، 14 تموز 1958 - 8 شباط 1963، أ. د. عبد الفتاح علي البوتأني.

- إسهام علماء كردستان العراق في الثقافة الإسلامية خلال القرنين الثالث عشر والرابع عشر الهجريين - الثامن عشر والتاسع عشر الميلاديين، د. محمد زكي البرواري.
- سعيد التورسي، حركة ومشروعه الإصلاحي في تركيا 1876-1960م، د. آزاد سعيد سمو.
- الإيزيديون، نشأتهم، عقائدهم، كتابهم المقدس، توفيق الحسيني.
- عبد نوروز، الأصل التاريخي والأسطورة، إعداد: عبد الكريم شاهين.
- اليزيدية، دراسة في إشكالية التسمية، د. آزاد سمو.
- البخاري الذهبي، شيركو بيكه س، المنتخبات الشعرية، ترجمة: مجموعة من الأدباء الكرد.
- تاريخ الأشوريين القديم، إيفا كانجيك - كيرشاوم، ترجمة: د. فاروق إسماعيل.
- تاريخ الإمارة البابانية 1784-1851م، عبد ربه إبراهيم الوائلي.
- مشكلة الاتحاد والتعالي في عقيدة الشيخ محى الدين بن عربي، الأخضر قويدري.
- الكورد والأحداث الوطنية في العراق خلال العهد الملكي 1921-1958م.
- التعددية الحزبية في الفكر الإسلامي الحديث، ديندار شفيق الدوسكي.
- الكورد والدولة العثمانية، موقف علماء كوردستان من الخلافة العثمانية في عهد السلطان عبد الحميد الثاني 1876-1909م، د. محمد زكي البرواري.
- التصوف في العراق ودوره في البناء الفكري للحضارة الإسلامية، د. ياسين حسن الويسى.
- درامية النص الشعري الحديث، دراسة في شعر صلاح عبد الصبور وعبد العزيز المقالح، علي قاسم.
- مدن قديمة وموقع أثرية، دراسة في الجغرافية التاريخية للعراق الشمالي، د. نائل حنون.
- الكرد وكردستان، أرشاك سافراستيان، ترجمة: د. أحمد محمود الخليل.
- دراسات في تاريخ الفكر السياسي الإسلامي، د. نزار قادر - د. نهلة شهاب أحمد
- الفلسفة الإسلامية، دراسات في المجتمع الفاضل والتربية والعقلانية، أ. د. علي حسين الجابرية
- في آفاق الكلام وتكلم النص، د. عبد الواسع الحميري.
- تركيا وكوردستان العراق، الجاران الحائرين، تأليف: بيار مصطفى.
- الكورد وبلامهم، عند الرحالة والبلائيين المسلمين، د. حكيم أحمد خوشنوا.
- علم الترجمة، دراسات في فلسفتها وتطبيقاتها، مجموعة باحثين، ت: د. حميد العواضي.
- التجليات الفنية لعلاقة الأنما بالآخر في الشعر العربي المعاصر، د. أحمد السليماني.
- ضلالات إلى سليم بركات، نص طويل، حسين حبس.



١٠٠  
كتاب  
لهم  
لهم  
لهم  
لهم  
لهم  
لهم  
لهم

لِمَ دراسة الاكتشافات؟ لأن الاكتشافات تخطط لاتجاه  
تطور الإنسان وتقدمه، اكتشافات اليوم ستتصوّغ عالم الغد،  
والاكتشافات المهمة تحدد الاتجاهات التي يأخذ العلم بها،  
ما يؤمن العلّماء به، والكيفية التي تتغيّر بها نظرتنا للعالم  
على مر الزّمن. فاكتشاف اينشتاين للنسبية عام ١٩٠٥م غير  
فيزياء القرن العشرين تغييرًا جذريًّا من نوعه.

إن أهمية هذا الكتاب تكمن في تقديميه لكم هائل من  
المعلومات العلمية القيمة في مجالات مختلفة (علوم  
الفيزياء والأرض والحياة) ضمن إطار أدبي قصصي ممتع  
وجذاب. فهو يحسّسك بمعايشة أحداث كل قصة من قصص  
الاكتشافات المائة التي صاغت تفاصيل حياتنا المعاصرة  
ودخلت في صميم يومياتها وأحداثها، يسمح لك بالتعرف  
على شخوصها وأبطالها، والإطلاع على آرائهم وموافقتهم،  
وأحياناً آراء ومواقف غيرهم تجاههم. الأهم من كل ذلك،  
يريك مدى ما تحلوّوا به من صبر وعزّم ومتانة على ما نَوَّوا  
تحقيقه في مجالاتهم المختارة - دائمًا، وقابلتهم على اغتنام  
الفرص ببصيرة متقدّة وتدبّر مذهل صانعين صرموا من  
الإنجازات الهائلة من أشياء كانت تافهة، أحياناً، وعديمة  
الجدوى بنظر غيرهم - أحياناً أخرى.

## علي مولا

ISBN: 978-9933190543-9



9 789933 1905439

دار الزمان  
للطباعة والنشر والتوزيع  
صُنْفَاتُ الْإِنْسَانِ وَالْكَلْمَر

